



**Universidade de Aveiro**  
**Ano 2014**

Departamento de Ambiente e  
Ordenamento

**Sérgio Miguel**  
**Aleixo Viseu**

**Projeto de Reabilitação Energética de um Edifício**  
**Hoteleiro**



**Sérgio Miguel**  
**Aleixo Viseu**

**Projeto de Reabilitação Energética de um Edifício**  
**Hoteleiro**

Projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Sistemas Energéticos Sustentáveis, realizada sob a orientação científica do Prof. Doutor Nelson Amadeu Dias Martins, Professor Auxiliar do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Aveiro

“A mudança leva apenas um instante.  
É a resistência à mudança que pode levar uma vida inteira”

Gareth Kane

**o júri**

**Presidente**

**Prof. Doutor Luís António da Cruz Tarelho**

Professor Auxiliar do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro

**Arguente**

**Prof. Doutora Maria Fernanda da Silva Rodrigues**

Professora Auxiliar do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro

**Orientador**

**Prof. Doutor Nelson Amadeu Dias Martins**

Professor Auxiliar do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Aveiro

## **agradecimentos**

As minhas primeiras palavras de agradecimento são dirigidas ao Prof. Doutor Nelson Martins, pelos conhecimentos partilhados e disponibilidade.

À minha família, nomeadamente os meus pais, pela paciência e compreensão em momentos de maior pressão.

A toda a equipa de manutenção do Hotel Tiara Park Atlantic Porto, em especial ao Eng.<sup>o</sup> Carlos Vigo por todo o apoio e disponibilidade.

Ao Eng.<sup>o</sup> Nuno Enes, sócio gerente da empresa ENESCOORD, por todo o apoio e partilha de experiências.

Aos meus amigos pela compreensão e disponibilidade em determinados momentos.

A todos, muito Obrigado.

## palavras-chave

*Reabilitação energética, Simulação Dinâmica, Hotéis, Edifício de Balanço de energia (quase) zero (NZEB)*

## resumo

Existem vários parâmetros que influenciam o consumo energético de um edifício. Os grandes edifícios de serviços apresentam boas oportunidades de intervenção do ponto de vista da reabilitação energética, sendo que neste processo as ferramentas de simulação dinâmica assumem um importante papel. Foi elaborado um projeto de reabilitação energética de um edifício hoteleiro que permitiu determinar medidas de eficiência energética e avaliar o seu impacto com recurso a um modelo de simulação dinâmica construído no *software* TRACE700.

A primeira opção permitiu uma redução do consumo energético em 8%, sendo que com a introdução da produção de um sistema de produção de energia através de painéis fotovoltaicos na cobertura a redução foi de 12%.

A segunda opção (NZEB) resultou numa redução do consumo energético em 52%, tendo em conta a produção de energia elétrica produzidas através dos painéis fotovoltaicos e da energia térmica a partir da caldeira a biomassa. A fração de energia renovável do edifício passou de 0 para 50%.

De acordo com o consumo de energia primária ao nível da climatização e sistemas associados e iluminação interior que resultou das medidas implementadas na segunda opção, foi validado o projeto como NZEB. O valor obtido foi de 58.74 kWhEP/m<sup>2</sup>.ano, inferior ao valor limite de 95 kWhEP/m<sup>2</sup>.ano referido no projeto europeu "Nearly Zero-Energy Hotels" (NEZEH).

O método utilizado revelou-se adequado ao projeto elaborado, sendo que foi possível definir uma priorização de parâmetros a avaliar num processo de reabilitação energética num grande edifício hoteleiro. Numa primeira fase há que avaliar se os níveis de isolamento da envolvente são adequados em paralelo com a análise em relação aos equipamentos de produção de energia térmica, seguindo-se os equipamentos associados de bombagem e ventilação. A segunda fase passa pelos sistemas de iluminação e, por último os equipamentos elétricos e a gás.

**keywords**

*Building retrofit, Dynamic Simulation, Hotels, Nearly Zero Energy Buildings (NZEB)*

**abstract**

There are several parameters that influence the energy consumption of a building. Large buildings could have good intervention opportunities of energy rehabilitation, and the dynamic simulation tools play an important role in this process. An energy retrofit project of a hotel building was developed and allowed the determination of energy efficiency measures and evaluate their impact using a dynamic simulation model built in TRACE700 software.

The first option enabled a reduction of energy consumption by 8%, and with the introduction of a power generation system (photovoltaic panels on the roof) the reduction was 12%.

The second option (NZEB) resulted in a reduction of energy consumption by 52%, taking into account the production of electricity produced by the photovoltaic panels and thermal energy from the biomass boiler. Renewable energy fraction of the building went from 0 to 50%.

According to the primary energy consumption in terms of heating, cooling and associated systems and interior lighting that resulted from measures implemented in the second option, has validated the project as NZEB. The obtained value was 58.74 kWhEP/(m<sup>2</sup>.year), below the limit value of 95 kWhEP/(m<sup>2</sup>.year) referred in the European project "Nearly Zero-Energy Hotels" (NEZEH).

The method has proven adequate to the project, and prioritization criteria was set to review an energy retrofit process in a large hotel building. In the first phase it is necessary to evaluate if the isolation levels are adequate in parallel with the analysis in relation to the heating and cooling systems, followed by the associated pumping and ventilation equipment. The second phase goes through lighting systems, and, in the last the electrical and gas equipment.

# Índice

1.	Introdução .....	1
1.1.	Contextualização .....	1
1.2.	Objetivos gerais.....	3
1.3.	Revisão Bibliográfica .....	3
1.3.1.	Legislação aplicável .....	3
1.3.2.	Ferramentas computacionais .....	4
1.3.3.	Outra bibliografia relevante .....	4
1.3.4.	Síntese .....	7
1.4.	Contributo do projeto .....	8
1.5.	Organização do documento.....	8
2.	Ferramentas e métodos .....	9
2.1.	Sumário.....	9
2.2.	A simulação dinâmica de consumo de energia em edifícios .....	9
2.2.1.	Implantação e dados climáticos.....	9
2.2.2.	Levantamento dimensional .....	9
2.2.3.	Levantamento operacional.....	9
2.2.4.	Caracterização de equipamentos e sistemas .....	10
2.2.5.	Indicadores de desempenho energético.....	10
2.3.	Calibração do Modelo de Simulação Dinâmica.....	10
2.4.	Otimização Energética e Económica .....	10
2.5.	Os edifícios NZEB.....	10
2.6.	Síntese do capítulo .....	11
3.	O edifício do Hotel Tiara Park Atlantic Porto .....	12
3.1.	Sumário.....	12
3.2.	Caracterização do edifício .....	12
3.2.1.	Localização e orientação solar .....	13
3.2.2.	Soluções construtivas.....	14
3.2.3.	Sistemas de Climatização e Ventilação .....	18
3.2.4.	Outros sistemas consumidores de energia .....	22
3.2.5.	Padrões de utilização .....	24
3.2.6.	Zonamento energético.....	27
3.3.	Simulação dinâmica em condições reais .....	27



3.4.	Calibração do modelo do edifício .....	30
3.5.	Síntese do capítulo .....	33
4.	Estudo de Caso .....	34
4.1.	Sumário .....	34
4.2.	Caraterização técnico-económica de soluções reabilitação energética .....	34
4.3.	Opção de projeto 1 – Otimização energética e económica .....	34
4.3.1.	Caracterização da solução proposta .....	34
4.3.2.	Indicadores de desempenho energético e económico .....	36
4.4.	Opção de projeto 2 – Solução NZEB .....	44
4.4.1.	Caracterização da solução proposta .....	44
4.4.2.	Indicadores de desempenho energético e económico .....	46
4.5.	Análise comparativa das opções de projeto testadas .....	49
4.6.	Síntese do capítulo .....	50
5.	Conclusões .....	51
5.1.	Sumário .....	51
5.2.	Principais conclusões do projeto .....	51
5.3.	Propostas de trabalho futuro .....	52
6.	Bibliografia .....	54
	Apêndices .....	56
	Apêndice A – Levantamento da Iluminação .....	56
	Apêndice B – Levantamento dos Equipamentos .....	63
	Apêndice C – Resultados das Medições elétricas .....	68
	Apêndice D – Dados Geométricos por espaço .....	70
	Apêndice E – Cálculo do consumo de AQS .....	82
	Apêndice F – Resultados das simulações em TRACE700 e Solterm .....	83
	ANEXOS .....	96
	Anexo I – Características dos Chillers água-água .....	96
	Anexo II – Características dos chillers água-ar .....	98
	Anexo III – Características dos sistemas de iluminação seleccionados .....	102
	Anexo IV – Características dos painéis fotovoltaicos .....	103
	Anexo V – Características da Caldeira a Biomassa .....	106

# Índice de Figuras

Figura 1 - Fronteira NZEB de acordo com a fonte renovável .....	5
Figura 2 - Método de reabilitação energética de edifícios com recurso à simulação dinâmica .....	7
Figura 3 – Dados climáticos .....	13
Figura 4 - Localização do edifício .....	14
Figura 5 - Perfil de ocupação dos quartos .....	24
Figura 6 - Perfil de ocupação dos escritórios .....	25
Figura 7 - Perfil de iluminação dos quartos .....	25
Figura 8 - Perfil de iluminação dos escritórios .....	26
Figura 9 - Perfil de equipamentos dos quartos .....	26
Figura 10 - Perfil de equipamentos dos escritórios .....	27
Figura 11 - Folha de resultados da simulação (TRACE700) .....	30
Figura 12 - Folha de resultados da simulação calibrada (TRACE700) .....	31
Figura 13 - Resultados da simulação calibrada .....	33
Figura 14 - Consumo energético em função do investimento realizado em medidas de melhoria .....	42
Figura 15 - Redução energética em função do investimento realizado .....	42
Figura 16 - Poupança anual obtida em função do investimento realizado em medidas de melhoria .....	43
Figura 17 - Retorno de investimento Simples e consumo energético anual para cada proposta .....	43
Figura 18 – Poupança económica num período de 20 anos (M1+M3+M4+M5) .....	44
Figura 19 - Poupança económica num período de 20 anos (M1+M3+M4+M5+M6+M7) .....	48
Figura 20- Medição elétrica no quadro geral .....	68
Figura 21 - Perfil determinado para as zonas técnicas .....	68
Figura 22 - Medição elétrica no Piso 10 .....	69
Figura 23 - Perfil estimado para os quartos .....	69
Figura 24 - Resultado TRACE700 com medida 1 .....	83
Figura 25 - Resultado TRACE700 com medida 2 .....	84
Figura 26 - Resultado TRACE700 com medida 3 .....	85
Figura 27 - Resultado TRACE700 com medida 4 .....	86
Figura 28 - Resultado TRACE700 com medida 6 .....	89
Figura 29 - Resultado TRACE700 solução NZEB .....	95
Figura 30 - Chiller agua-agua DAIKIN EWWD430FZXS .....	96

Figura 31 - Características do chiller DAIKIN EWWD430FZXS .....	97
Figura 32 - Chiller agua ar DAIKIN EWAD345TZPR.....	98
Figura 33 - Características do chiller DAIKIN EWAD345TZPR .....	99
Figura 34 - Chiller agua ar DAIKIN EWAD380TZPR.....	100
Figura 35 - Características chiller DAIKIN EWAD380TZPR .....	101
Figura 36 - Características lampadas LED tubulares .....	102
Figura 37 - Focos LED .....	102
Figura 38 - Paineis fotovoltaicos.....	103
Figura 39 - Características dos paineis fotovoltaicos .....	104
Figura 40 - Custo dos painéis fotovoltaicos.....	105
Figura 41 - Caldeira a biomassa (catálogo).....	106
Figura 42 - Outros equipamentos auxiliares da caldeira a biomassa .....	107

## Índice de Tabelas

Tabela 1 - Artigo relativos a métodos de reabilitação energética de edifícios .....	6
Tabela 2 - Resumo dos requisitos para hotéis de balanço quase zero na Europa. Fonte.....	11
Tabela 3 - Soluções construtivas (Paredes/Coberturas/Pavimentos).....	15
Tabela 4 - Soluções construtivas (Vãos envidraçados) .....	17
Tabela 5 - Características técnicas das caldeiras .....	18
Tabela 6 - Características técnicas dos chillers.....	19
Tabela 7 - Unidades de tratamento de ar novo.....	19
Tabela 8 - Horários de funcionamento das Unidade de Tratamento de Ar .....	20
Tabela 9 – Ventiladores .....	20
Tabela 10 - Ventiladores de extração .....	21
Tabela 11 - Sistema de bombagem.....	22
Tabela 12 - Equipamentos de Iluminação .....	23
Tabela 13 - consumos com perfil constante considerados .....	28
Tabela 14 - Resultados simulação vs real.....	28
Tabela 15 - Consumos anuais por utilização estimados .....	29
Tabela 16 - Resultados da simulação calibrada .....	31
Tabela 17 - Resultados da simulação calibrada por tipo de utilização .....	32
Tabela 18 - Características dos chillers selecionados .....	35

Tabela 19 - Medidas ao nível da iluminação .....	35
Tabela 20 - Resultados do consumo energético anual com Medida 1 (M1) .....	36
Tabela 21 - Cálculo do período de retorno simples com M1 .....	36
Tabela 22 - Resultados do consumo energético anual com Medida 2 (M2) .....	37
Tabela 23 - Cálculo do período de retorno simples com M2 .....	37
Tabela 24 - Resultados do consumo energético anual com Medida 3 (M3) .....	38
Tabela 25 - Cálculo do período de retorno simples com M3 .....	38
Tabela 26 - Resultados do consumo energético anual com Medida 4 (M4) .....	39
Tabela 27 - Cálculo do período de retorno simples com M4 .....	39
Tabela 28 - Redução energética da rede com implementação da medida 5 (M5) .....	40
Tabela 29 - Cálculo do período de retorno simples com M5 .....	40
Tabela 30 - Tabela de resultados de M1, M2, M3 e M4 .....	41
Tabela 31 - Resultados do consumo energético anual com Medida 6 (M6) .....	45
Tabela 32 - Cálculo do período de retorno simples com M6 .....	45
Tabela 33 - Produção anual dos painéis fotovoltaicos instalados nas fachadas M7 .....	46
Tabela 34 - Cálculo do período de retorno simples com M7 .....	46
Tabela 35 - Resultados do consumo energético anual por utilização com a opção NZEB (M1+M3+M4+M5+M6+M7) .....	47
Tabela 36 - Resultados do consumo energético anual com a opção NZEB .....	47
Tabela 37 - Consumos de energia primária com a opção NZEB .....	48
Tabela 38 - Cálculo do período de retorno simples com solução NZEB .....	48
Tabela 39 - Resultados das duas propostas de Reabilitação .....	49
Tabela 40 - Identificação dos sistemas de iluminação .....	56
Tabela 41 - Iluminação por espaço (Piso -2) .....	57
Tabela 42 - Iluminação por espaço (Piso -1) .....	58
Tabela 43 - Iluminação por espaço (Piso 0) .....	59
Tabela 44 - Iluminação por espaço (Piso 1) .....	60
Tabela 45 - Iluminação por espaço (Piso 2) .....	61
Tabela 46 - Iluminação por espaço (Piso 3) .....	62
Tabela 47 - Iluminação por espaço (Pisos 4 a 16) .....	62
Tabela 48 - Equipamentos elétricos por espaço (Piso -2) .....	63
Tabela 49 - Equipamentos elétricos por espaço (Piso 0) .....	63
Tabela 50 - Equipamentos elétricos por espaço (Piso 1) .....	64

Tabela 51 - Equipamentos elétricos por espaço (Piso 2) .....	65
Tabela 52 - Equipamentos elétricos por espaço (Piso 3) .....	65
Tabela 53 - Equipamentos elétricos por espaço (Pisos 4 a 15) .....	66
Tabela 54 - Equipamentos da Cozinha .....	66
Tabela 55 - Câmaras de frio.....	67
Tabela 56 - Dados geométricos 1 (Piso -2) .....	70
Tabela 57 - Dados geométricos 1 (Piso -1) .....	70
Tabela 58 - Dados geométricos 1 (Piso 0) .....	71
Tabela 59 - Dados geométricos 1 (Piso 1) .....	72
Tabela 60 - Dados geométricos 1 (Piso 2) .....	73
Tabela 61 - Dados geométricos 1 (Piso 3) .....	74
Tabela 62 - Dados geométricos 1 (Pisos 4 a 16) .....	74
Tabela 63 - Dados geométricos 2 (Piso 0) .....	75
Tabela 64 - Dados geométricos 2 (Piso 1) .....	76
Tabela 65 - Dados geométricos 2 (Piso 2) .....	77
Tabela 66 - Dados geométricos 2 (Piso 3) .....	78
Tabela 67 - Dados geométricos 2 (Pisos 4 a 16) .....	79
Tabela 68 - Dados geométricos 3 (Piso -2) .....	80
Tabela 69 - Dados geométricos 3 (Piso 0) .....	80
Tabela 70 - Dados geométricos 3 (Piso 2) .....	80
Tabela 71 - Dados geométricos 3 (Piso 3) .....	81
Tabela 72 - Dados geométricos 3 (Piso 4) .....	81
Tabela 73 - Registo do consumo de água no quarto 1011.....	82
Tabela 74 - Consumo de AQS anual estimado.....	82

# Nomenclatura

EU – União Europeia

EPBD – *Energy Performance Building Directive*

AVAC – Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado

GES – Grande Edifício de Serviços

Tep – Tonelada equivalente de petróleo

FER – Fontes de Energia Renovável

URE – Utilização racional de energia

NZEB – Edifícios de balanço energético quase zero

U – Coeficiente de transmissão térmica

EP – Energia Primária

## 1. Introdução

### 1.1. Contextualização

Nos últimos tempos tem-se vindo a assistir ao aumento do consumo energético, e dos serviços associados, motivado pelo desenvolvimento social e económico e de forma a promover o bem-estar e saúde humana [1]. Todas as sociedades necessitam de serviços que dependem de fontes energéticas de forma a satisfazer as suas necessidades básicas (iluminação, cozinhar, conforto, mobilidade e comunicação) e os seus processos produtivos [1]. Desde meados de 1850, a utilização global de combustíveis fósseis (carvão, petróleo e gás) tem aumentado de tal forma que são as fontes energéticas dominantes, levando a um rápido aumento das emissões de gases de efeito de estufa, nomeadamente o dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) [1]. As alterações ao nível da concentração dos gases de efeito de estufa podem ser identificadas através de testes estatísticos das médias e/ou pela variação das suas propriedades, sendo que persistem durante um longo período de tempo, normalmente décadas ou mais [2].

Em termos mundiais, em 2012, o consumo de energia final por combustível foi de 40,7% petróleo e derivados, 17,7% eletricidade, 15,5% de gás natural, 12,6% renováveis, 10,1% carvão e 0,1% de fontes de calor [3]. As fontes primárias de energia dividiram-se por 31,5% petróleo e derivados, 28,8% combustíveis sólidos, 21,3% gás natural, 13,0% renováveis, 5,1% nuclear e 0,3% para outras fontes. Em relação à produção de energia esta dividiu-se por 31,3% petróleo e derivados, 29,2% combustíveis sólidos, 21,2% gás natural, 12,9% renováveis, 5,1% nuclear e 0,3% para outras fontes [3]. A Europa foi responsável pelo consumo de 12,9% do total de energia produzida, tendo sido responsável apenas pela produção de 6,1% [3].

O mix energético europeu em 2012 foi o seguinte: 34% Petróleo e derivados; 23% gás natural; 17% combustíveis sólidos; 14% nuclear; 11% renováveis e 1% através de resíduos [3]. Por sectores: 31,8% transportes; 26,2% doméstico (habitações); 25,6% indústria; 13,5% serviços; 2,3% agricultura e pesca; 0,7% outros [3].

A redução do consumo atual de energia e das emissões de gases de efeito estufa é uma das missões mais importantes do sector dos edifícios na Europa [4]. No entanto, as melhorias pretendidas no desempenho energético dos edifícios não devem ser influenciadas pelas alterações climáticas futuras [4]. Têm sido realizados vários estudos neste setor que dão especial atenção ao consumo energético futuro ao nível da energia consumida para o aquecimento e o arrefecimento dos edifícios, bem como sobre as variações e extremos da temperatura interior [4]. Assim, é de referir que a adaptação dos edifícios às alterações climáticas e o seu conforto térmico tem sido um tema de pesquisa [4]. Os estudos de impacto podem ser realizados em edifícios reais ou em modelos [4].

O consumo de energia nos edifícios europeus representa cerca de 40% do consumo total de energia final da União Europeia e cerca de um terço das emissões de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) [5]. O principal instrumento legislativo para a melhoria da eficiência energética do parque imobiliário europeu é a Directiva Europeia 2002/91/CE relativa ao desempenho energético dos edifícios (EPBD) e a reformulação da EPBD (Directiva 2010/31/CE) [5]. Estas fazem parte das iniciativas da UE em relação às alterações climáticas (compromissos assumidos no âmbito do Protocolo de Quioto) e à diminuição da dependência energética [5].

O impacto estimado da reformulação da EPBD na UE passam pela redução de 60-80 Mtep até 2020, ou redução de 5-6% no consumo total de energia, o que equivale ao consumo total atual da Bélgica e da Roménia, e a 5% das emissões de CO<sub>2</sub> [5].

A renovação de um edifício envolve fatores como consumo de energia, custo e conforto térmico, mas conjugar todos estes fatores em simultâneo assume-se como um problema [6]. Muitos edifícios ainda são construídos e reabilitados sem que sejam consideradas as melhorias em termos de conforto dos ocupantes e ao nível do consumo energético [7]. Os responsáveis pelas decisões a estes níveis têm sempre dúvidas entre manter os equipamentos instalados e apostar na sua manutenção ou substituir por novos equipamentos, sendo que nesta fase a dúvida passa a ser qual o equipamento a escolher [7].

A questão principal na determinação de uma solução de reabilitação ideal é identificar um conjunto de medidas que provem ser o mais eficazes e confiáveis a longo prazo [8]. Como os custos de energia continuam a aumentar, o dilema da reabilitação emerge e é necessária uma estratégia de investimento ideal [8].

Em termos gerais, as medidas de eficiência energética que têm influência significativa no consumo de energia em edifícios podem ser agrupados em três categorias (num âmbito de pequenas e/ou grandes reabilitações em edifícios existentes) [9]:

- Envolvente e isolamento térmico, massa térmica, vãos envidraçados (incluindo iluminação natural);
- Condições exteriores e condições internas ao nível da geometria e das cargas de calor interno (devido à iluminação e equipamentos);
- Características dos sistemas e AVAC (aquecimento, ventilação e ar condicionado), equipamentos elétricos (incluindo iluminação) e equipamentos mecânicos (elevadores e escadas rolantes).

O Turismo e meio ambiente devem ser geridos de forma integrada e interdisciplinar [10]. Os hotéis são classificados como um dos maiores consumidores de energia no sector dos edifícios [10]. Comparando a demolição e a reabilitação, normalmente esta ultima é financeiramente atraente e também oferece grandes oportunidades para a promoção de medidas de eficiência energética, exploração de fontes de energia renováveis (FER) e uso racional de energia (URE) no sector da hotelaria [10]. Há uma grande margem para a redução de custos e para a obtenção de preços competitivos no consumo de energia no setor hoteleiro [10]. A crescente consciência de fatores ambientais ao nível da arquitetura e funcionamento nos edifícios hoteleiros está a levar à introdução de elementos e processos com menos impactes ambientais, que ajudam a criar condições favoráveis para a otimização dos recursos energéticos e da introdução de tecnologias de energia renovável [10].

Nos hotéis europeus, 61% da energia é consumida por aquecimento, arrefecimento e ventilação, 25% em serviços e 15% em produção de água quente [10].

A implementação e medidas de eficiência energética em hotéis deverá dar uma vantagem comparativa do desempenho ambiental [10].



## 1.2. Objetivos gerais

Desenvolver de um projeto de reabilitação energética para um edifício hoteleiro (grande edifício de serviços), com recurso às ferramentas de simulação dinâmica.

## 1.3. Revisão Bibliográfica

### 1.3.1. Legislação aplicável

Enquanto a maioria dos Estados-Membros da UE estavam a estudar a transposição da EPBD, a Comissão Europeia deu início a esforços para elaborar e rever a diretiva [5]. A reformulação da EPBD (2010/31/CE) reforça os requisitos de desempenho energético, esclarece e simplifica algumas das suas disposições para reduzir as grandes diferenças entre as práticas dos Estados-Membros [5]. Os pontos-chave da reformulação da EPBD incluem [5]:

- Todos os novos edifícios devem ser do tipo balanço quase zero (NZEB) após 31 de Dezembro de 2020, enquanto que os novos edifícios ocupados / pertencentes a entidades públicas devem ser NZEB após 31 de Dezembro de 2018;
- Todos os Estados-Membros da UE implementam uma metodologia comum para o cálculo do desempenho energético dos edifícios, utilizando referências comuns para o cálculo dos níveis ótimos de rentabilidade, minimizando o custo do ciclo de vida do edifício;
- Todos os edifícios existentes que sejam sujeitos a grandes remodelações (25% da superfície do edifício ou valor) devem atender aos padrões mínimos de desempenho energético, e não apenas para os acima de 1000m<sup>2</sup> previstos na EPBD, enquanto que as políticas nacionais e medidas específicas devem estimular a transformação de edifícios remodelados para NZEB's;
- O certificado energético é emitido para edifícios ou frações autónomas que sejam alugadas e edifícios públicos que sejam frequentemente visitados pelo público que possuem uma área útil total superior a 500m<sup>2</sup>;
- Todos os Estados-Membros da UE introduzem o uso de requisitos mínimos de energia para todos os sistemas técnicos de AVAC.

Um NZEB é definido no artigo 2º da reformulação EPBD como "um edifício que tem um desempenho energético muito elevado. O quase zero ou a muito baixa quantidade de energia necessária deve ser proveniente de forma muito significativa por energia produzida através de fontes renováveis, incluindo a energia proveniente de fontes renováveis produzida no local ou nas proximidades " [11].

Em Portugal, a criação de uma etiqueta energética associada aos edifícios, permite classificá-los de acordo com o seu desempenho energético [12]. O Decreto-Lei n.º 118/2013 Aprova o Sistema de Certificação Energética dos Edifícios, o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH) e o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços (RECS), e transpõe a Diretiva n.º 2010/31/UE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de maio de 2010, relativa ao desempenho energético dos edifícios [13].

### 1.3.2. Ferramentas computacionais

Ao longo dos últimos 50 anos, foram desenvolvidos centenas de *softwares* relativos ao consumo energético em edifícios [14]. As ferramentas principais a este nível são os programas de simulação dinâmica, que fornecem aos utilizadores indicadores-chave de desempenho, tais como o consumo e utilização da energia, temperatura, humidade, e os custos [14].

Os *softwares* de simulação dinâmica mais conhecidos são: BLAST, BSim, DeST, DOE-2.1E, ECOTECT, Ener-Win, Energy Express, Energy-10, EnergyPlus, eQUEST, ESP-r, IDA ICE, IES/VES, HAP, HEED, PowerDomus, SUNREL, Tas, TRACE700 e TRNSYS [14].

O *software* utilizado para este projeto é o TRACE700 desenvolvido pela marca TRANE que se define como *software* de análise abrangente que ajuda a comparar a energia e o impacto económico de vários parâmetros do edifício, tais como características arquitetónicas, aquecimento, ventilação e sistemas de ar condicionado (AVAC), sistemas de iluminação, equipamentos, horários de utilização e opções financeiras [15].

O TRACE é dividido em quatro etapas distintas de cálculo: dimensionamento dos espaços, Sistemas, Equipamentos e Economia [14]. Durante a etapa de projeto o primeiro ponto efetua o cálculo dos ganhos e das perdas térmicas por condução através da envolvente, bem como os ganhos térmicos referentes aos ocupantes, iluminação e equipamentos e impacto da ventilação e infiltração [14]. Na etapa relativa ao sistema, a resposta dinâmica do edifício é simulada para as 8760 horas do ano relacionando as cargas térmicas dos espaços com as características dos sistemas de ventilação selecionados de forma a prever a carga imposta aos equipamentos de climatização [14]. A etapa referente aos equipamentos utiliza as cargas calculadas ao nível do sistema para calcular o consumo energético associado aos equipamentos de arrefecimento, aquecimento e de ventilação [14]. A etapa de economia combina os custos associados ao consumo de energia e manutenção dos equipamentos segundo o definido pelo utilizador [14].

A carga térmica de um edifício é a quantidade de energia necessária para elevar e manter a temperatura da interior a um nível desejado, visto que o consumo energético dos edifícios está fortemente relacionado com a carga térmica, é crucial determinar os parâmetros associados a esta para que se possam reduzir os consumos [16].

A simulação dinâmica apresenta-se como parte integrante de um projeto de um edifício, sendo uma prática comum dos engenheiros [17]. A elaboração de modelos de simulação dinâmica deve desempenhar um papel importante no processo inicial do projeto [17].

### 1.3.3. Outra bibliografia relevante

O setor hoteleiro pode desempenhar um papel crucial no atingir dos objetivos definidos para 2020 nos estados membros da UE [18]. Está em curso um projeto europeu que inclui vários projetos de hotéis com balanço quase zero ("*Nearly Zero-Energy Hotels*" (NEZEH)) [18]. Existe uma grande resistência em relação às medidas de eficiência energética e introdução de energias renováveis neste setor muitas vezes devido a limitações financeiras e à falta de conhecimentos e informação por parte dos proprietários [18].

O projeto NEZEH tem como objetivo promover este tipo de medidas junto dos proprietários e dos clientes dos hotéis, visando promover as seguintes ideologias [18]:

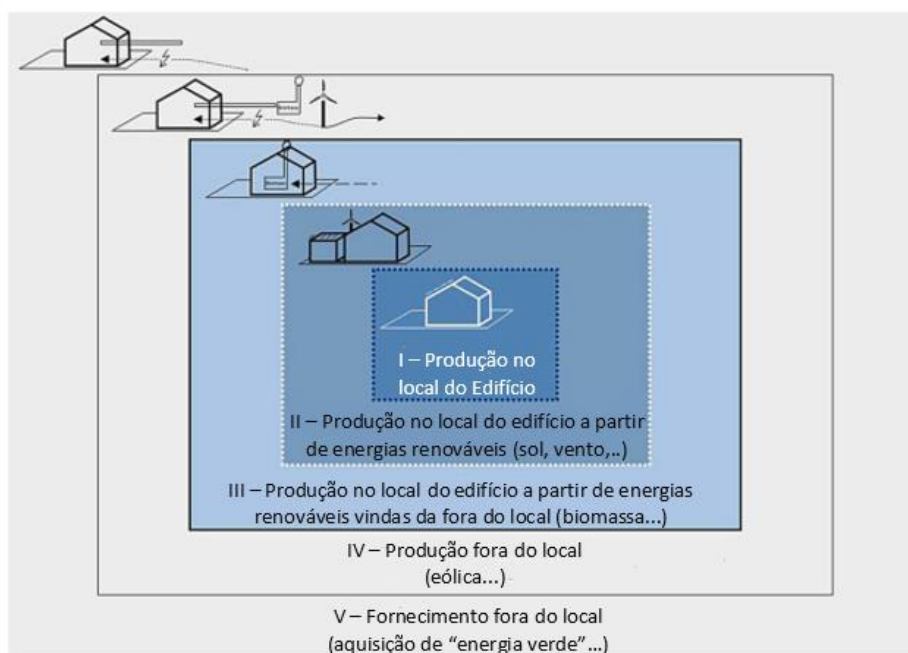
“Os clientes podem experimentar o conforto de viver num NZEB, aprender algumas soluções arquitetônicas e técnicas que poderão ser aplicadas em casa.”

“O consumo de energia é geralmente maior em hotéis do que em edifícios residenciais, portanto há uma maior margem para medidas de eficiência energética.”

“As vantagens competitivas obtidas pelas empresas hoteleiras mais importantes vai desafiar outras a seguirem o mesmo trajeto.”

O conceito de NZEB apresenta ainda várias limitações pois deverá ser definida a sua interação com a rede energética, devendo também permitir alguma flexibilidade em termos das condições nacionais (clima e política) [19]. As definições ao nível da escolha das fronteiras, requisitos de eficiência energética e a hierarquia do fornecimento de energia ainda se encontram em discussão [19].

Marszal (2010) apresentou um esquema que permite definir as várias opções ao nível da produção de energia através de fontes renováveis, para definição das fronteiras de um NZEB dividindo por cinco níveis (Figura 1).



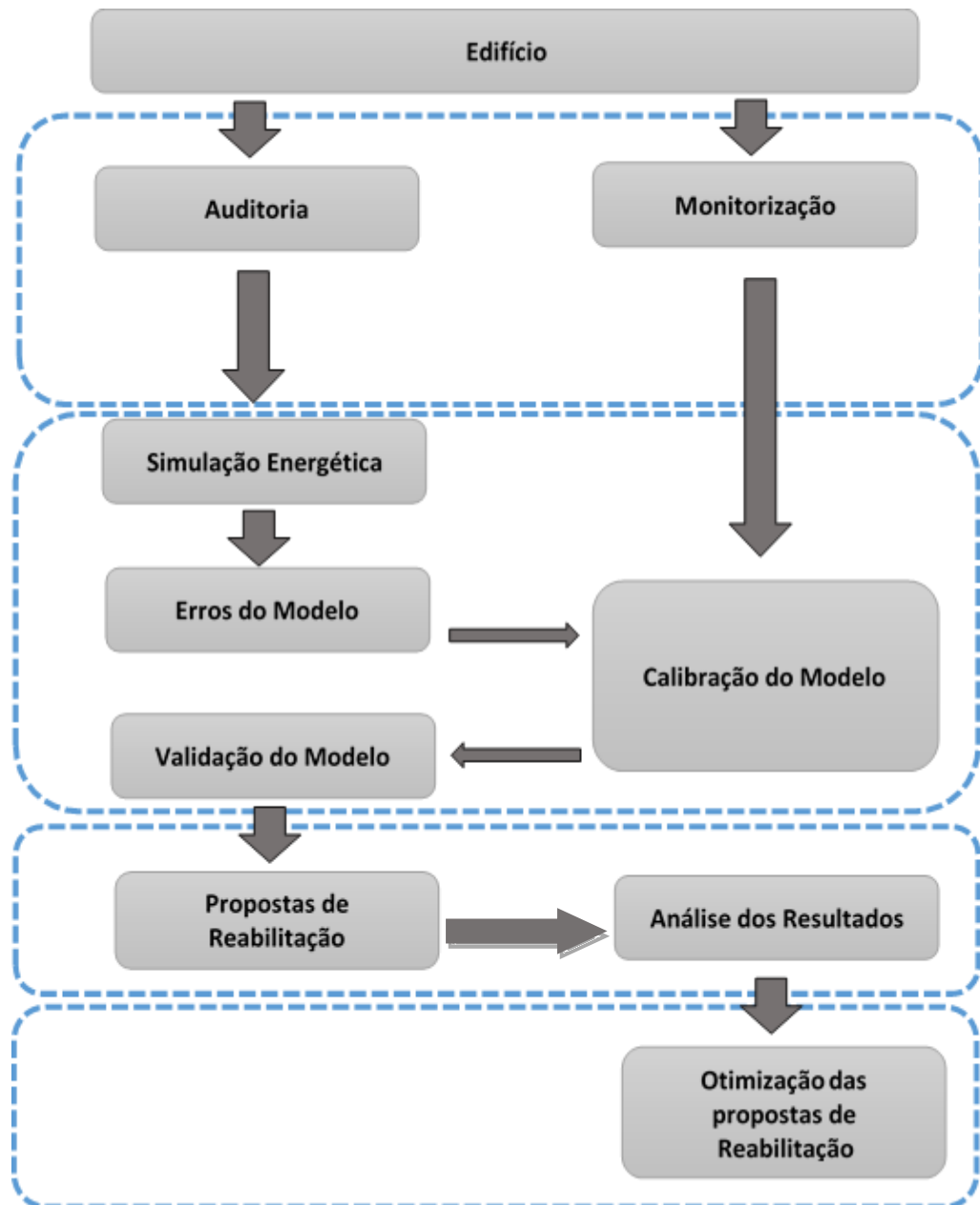
**Figura 1** - Fronteira NZEB de acordo com a fonte renovável [20]

Foram publicados vários artigos que demonstram métodos de reabilitação energética de edifícios com recurso às ferramentas de simulação dinâmica. Na Tabela 1 estão representados alguns desses estudos e as linhas gerais de cada método.

**Tabela 1** - Artigo relativos a métodos de reabilitação energética de edifícios

<b>Título</b>	<b>Método implementado (linhas gerais)</b>	<b>Ref.</b>
Ferramenta de apoio à decisão baseado em simulação, para fases iniciais de um projeto de um edifício de balanço zero	Consiste em analisar um parâmetro de cada vez, de forma a averiguar o seu impacto ao nível do consumo e energético e conforto dos utilizadores.	[21]
Revisão sobre métodos de otimização energética edifícios baseados em simulação	Apresenta em que consiste a generalidade dos métodos de otimização energética de edifícios com recursos às ferramentas de simulação dinâmica. Resume que os métodos baseia-se em três fases: organização dos dados e elaboração do modelo; correr o modelo e implementar medidas de otimização; recolha e discussão dos resultados.	[22]
Método baseado em simulação de reabilitação energética da fachada de edifícios.	Estabelece uma hierarquia de componentes das fachadas que devem ser estudados com vista á sua reabilitação de um ponto de vista energético e com recurso á simulação.	[23]
Otimização de uma estratégia de reabilitação de um edifício de escritórios existente	As etapas do método começam com auditoria e monitorização energética de um edifício existente. De seguida, os dados obtidos na auditoria e na monitorização são transpostos para um modelo de simulação, de forma a obter um modelo calibrado. A terceira etapa consiste na definição de estratégias ao nível da eficiência da reabilitação energética, sendo aplicadas no modelo de simulação calibrado. Para concluir, cada estratégia é estudada ao nível do consumo energético e tempo de retorno de investimento numa base de consumo anual	[20]

Das várias metodologias analisadas, Guçyeter e Gunaydin apresentam o método que irá ser utilizado neste projeto (Figura 2), no entanto terão de ser processadas algumas alterações tendo em conta os dados disponíveis. O método propõe uma monitorização anual dos consumos e das condições de temperatura internas, com registo diário em períodos de 10 minutos durante todo o ano. No presente projeto não foi possível obter este tipo de registo.



**Figura 2** - Método de reabilitação energética de edifícios com recurso à simulação dinâmica [24]

#### 1.3.4. Síntese

O presente capítulo permitiu referir algumas das definições que se assumem como relevantes para o trabalho a realizar.

Ao nível do processo de reabilitação de um edifício, no caso de grandes edifícios de serviços, as ferramentas de simulação dinâmica assumem-se como fundamentais para a análises de propostas que provoquem alterações nas cargas térmicas dos espaços interiores do edifício. O *software* TRACE700 providencia as capacidades necessárias para a construção de um modelo de simulação dinâmica de um edifício de forma analisar a dinâmica anual de consumo do mesmo, bem como auxiliar no estudo de medidas de reabilitação energética.

A definição de NZEB também foi estudada, podendo ser dividida em vários níveis. No âmbito deste projeto optou-se por um NZEB com uma fronteira no nível III, pois no panorama do caso de estudo será aquela que se apresenta como mais realista.

#### ***1.4. Contributo do projeto***

Aplicar um método de reabilitação energética com no edifício do Hotel Tiara Park Atlantic Porto com o objetivo de alcançar uma solução ótima económica e uma solução com NZEB de acordo com a definição adotada, e, definir uma hierarquização das medidas propostas sustentada pela avaliação técnico-económica.

#### ***1.5. Organização do documento***

O capítulo 1 consiste na contextualização em que se insere o presente projeto, apresentando várias definições e metodologias.

No capítulo 2 são apresentados os métodos e ferramentas das várias fases do projeto.

No capítulo 3 são apresentados todos os dados relativos ao edifício em estudo bem como a construção do modelo de simulação dinâmica.

O capítulo 4 está reservado para a descrição e análise das medidas propostas e os seus resultados.

O capítulo 5 são apresentadas as principais conclusões do projeto.

## 2. Ferramentas e métodos

### 2.1. Sumário

De acordo com os métodos referenciados, definiu-se o método para as várias etapas do processo de reabilitação do edifício. O *software* a utilizar para a construção do modelo de simulação dinâmica foi o TRACE 700, sendo que os dados necessários para este processo foram recolhidos aquando da visita ao edifício e através das plantas existentes.

Com vista ao objetivo NZEB, foi tomado como limiares de consumo de energia primária os valores apresentados num projeto europeu (NEZEH) realizado no mesmo âmbito. O valor limite para a zona Oeste Europeia definido foi de  $95 \text{ kWh}_{EP}/(\text{m}^2 \cdot \text{ano})$ .

### 2.2. A simulação dinâmica de consumo de energia em edifícios

#### 2.2.1. Implantação e dados climáticos

Os dados climáticos utilizados no modelo foram obtidos através da aplicação “CLIMAS-SCE - Software para o Sistema Nacional de Certificação de Edifício” desenvolvido pelo Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG).

A aplicação referida gera um ficheiro que é importada para o *software* de simulação dinâmica TRACE700.

#### 2.2.2. Levantamento dimensional

De forma a preparar os dados a introduzir no TRACE700 foi necessário efetuar o levantamento dimensional e todos os espaços que são necessários definir no modelo. Os espaços que foram introduzidos no modelo foram aqueles que de acordo com a visita realizada e informações obtidas são ocupados e climatizados.

A primeira fase consistiu na definição do zonamento de forma a considerar a hipótese de espaços com as mesmas características construtivas, orientação, ocupação e condições de conforto iguais pudessem ser agrupados.

Numa segunda fase foram determinadas as áreas relativas aos espaços definidos, paredes exteriores, paredes em contato com espaços não climatizados, pavimentos em contacto com o exterior, pavimentos em contacto com espaços não climatizados, coberturas exteriores, coberturas em contato com espaços não climatizados e vãos envidraçados exteriores e interiores. Ao nível das paredes exteriores e vãos envidraçados foi ainda definido qual o grau de orientação.

#### 2.2.3. Levantamento operacional

O levantamento operacional consistiu em obter informações juntos dos principais utilizadores e dos responsáveis pela operação e manutenção dos sistemas técnicos relativamente ao regime de funcionamento dos espaços do edifício e dos sistemas.

De forma a verificar o regime de funcionamento dos principais consumidores de energia do edifício, nomeadamente sistemas de climatização e ventilação procedeu-se à análise das

medições realizadas no processo de auditoria e certificação energética de 2010, pois ao nível de operação e dos grandes consumidores de energia não foram realizadas alterações desde essa data.

Foram ainda analisadas as taxas de ocupação registadas nos anos anteriores para a definição do período de operação dos vários sistemas na zona dedicada aos quartos.

#### 2.2.4. Caracterização de equipamentos e sistemas

Efetuuou-se a análise dos esquemas de princípios do edifício. Esta análise permitiu definir o funcionamento dos sistemas de forma a ser corretamente inserido no *software* de simulação dinâmica.

Os dados recolhidos consistiram nas características dos vários equipamentos instalados, nomeadamente ao nível da climatização (chillers, caldeiras, bombas, unidades de tratamento de ar (UTAs), unidades de tratamento de ar novo (UTANs), ventiloconvectores, splits), iluminação e outros equipamentos (com funcionamento a eletricidade e a gás).

#### 2.2.5. Indicadores de desempenho energético

Os indicadores de desempenho energético a utilizar são os relativos ao consumo energético anual (kWh/ano) e consumo energético por unidade de área numa base anual (kWh/(m<sup>2</sup>.ano)).

### 2.3. Calibração do Modelo de Simulação Dinâmica

Os dados obtidos relativos aos consumos obtidos com recurso á simulação dinâmica, tendo em conta as várias fontes energéticas, não deverá apresentar um desvio superior a 10% em relação ao consumo média anual dos últimos três anos completos.

Neste ponto foi necessário verificar as temperaturas a que os espaços são mantidos durante a estação de arrefecimento e de aquecimento, ajuste de horários de funcionamento dos sistemas, e ainda ao nível da densidade de ocupação dos espaços.

### 2.4. Otimização Energética e Económica

As várias propostas de eficiência energética visaram a otimização a este nível. Foi necessário efetuar um estudo relativamente ao investimento de cada medida e poupança estimada numa base anual nas condições definidas. Para um estudo mais aprofundado ao nível das poupanças económicas foi tido em conta o ciclo de vida do edifício.

### 2.5. Os edifícios NZEB

A implementação da prática de tornar os edifícios com balanço quase zero de energia representa a primeira medida efetiva de implementação dos requisitos das políticas de diminuição das emissões de gases de efeito de estufa [25]. Há que ter em conta que as medidas ligadas à sustentabilidade ambiental não podem ser perseguidas sem se ter em conta a sustentabilidade económica, pois no presente os edifícios de balanço quase zero ainda não são considerados rentáveis [25].



O edifício de balanço zero é descrito como um edifício interligado com uma rede que produz tanta energia como aquela que consome no período de um ano [26]. O balanço quase zero pode ser obtido através do armazenamento de energia, medidas de eficiência energética e pela incorporação de sistemas de energia renovável [26]. Os NZEB assumem portanto o papel de consumidores e produtores de calor e eletricidade [26].

De acordo com o projecto europeu NEZEH foi definido o limite energético em termos do consumo de energia primária ao nível da iluminação interior, aquecimento, arrefecimento e sistemas de ventilação e bombagem associados à climatização, subtraindo a fração renovável (Tabela 2).

**Tabela 2** - Resumo dos requisitos para hotéis de balanço quase zero na Europa. Fonte [27]

Zona Europeia	kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> .ano)
Zona Mediterrânica	55
Zona Este Central	60
Zona Oeste Central	95
Zona Norte	115

Tendo em conta a localização do edifício (Porto) optou-se por assumir como inserido na zona Oeste e assim considerar o limite mínimo associado a esta zona para que o edifício seja considerado de balanço quase zero segundo esta definição.

## 2.6. Síntese do capítulo

O presente capítulo consistiu na descrição dos passos para realizar para a construção de um modelo de simulação dinâmica que auxilie o processo de reabilitação energética do edifício e permitiu definir o método de validação do mesmo como sendo NZEB.

Para que o cálculo do consumo energético anual do edifício com recurso à simulação dinâmica seja validado é necessário que o desvio em relação à média anual dos últimos três anos seja inferior a 10%. Para que o edifício seja validado como NZEB, após implementação das medidas deverá apresentar um consumo de energia primária inferior a 95 kWh<sub>EP</sub>/(m<sup>2</sup>.ano), sendo que a energia contabilizada para este cálculo diz respeito ao aquecimento, arrefecimento, ventiladores e bombas associados à climatização e iluminação interior, descontando a fração renovável.

### 3. O edifício do Hotel Tiara Park Atlantic Porto

#### 3.1. Sumário

Foram necessárias várias simulações de forma a adequar todos os parâmetros para que os resultados obtidos com recurso à simulação dinâmica fossem o mais próximos possível da média anual real. A acrescentar ao obtido no *software* de simulação foram adicionados consumos considerados constantes e/ou pontuais que não apresentam influência nas necessidades térmicas dos espaços.

Alguns dos parâmetros que necessitaram de ajustes no processo de calibração foram ao nível dos horários de utilização das salas multifuncionais, pois o seu regime de funcionamento é muito variável ao longo do ano, e das temperaturas a que os espaços são mantidos ao longo do ano.

Depois de efetuada a calibração do modelo foi possível desagregar os consumos energéticos de acordo com a sua utilização. Os resultados do consumo energético do edifício com recurso à simulação dinâmica apresentaram uma diferença na ordem dos 9%, considerando-se assim a simulação validada (diferença inferior a 10%).

#### 3.2. Caracterização do edifício

O Hotel Tiara Park Atlantic Porto abriu as suas portas a 16 de Setembro de 1984, sendo o primeiro Hotel de 5 estrelas, duma cadeia internacional, a ser inaugurado na cidade do Porto e em toda a região norte do país. Encontra-se situado na confluência da Avenida da Boavista com a Rua Pedro Hispano, tem 15 pisos de altura, sendo 11 andares de quartos e suites acima do solo e 2 no subsolo. A superfície total do edifício é de 30000 m<sup>2</sup> sendo que a área útil total de pavimento é de 19058 m<sup>2</sup>.

O Hotel Tiara Park Atlantic Porto é um hotel de cidade/serviços, sendo este um tipo de hotéis que é direcionado para um tipo de cliente em que geralmente a sua estadia é por um curto período de tempo, são exemplos casos de clientes em viagens de negócios e colaboradores de companhias aéreas.

No Tiara Park Atlantic Porto existem ainda 11 salas multifuncionais que servem para pequenas reuniões, grandes convenções ou banquetes, estando estas distribuídas pelos pisos 0, 2 e 3.

Entre os pisos -2 e 3 são consideradas zonas baixas e entre os pisos 4 e 15 são consideradas zonas altas.

No piso -2 encontra-se o parque de estacionamento, escritórios e salas de apoio do departamento de manutenção, sendo este departamento constituído por uma equipa pluridisciplinada, de 10 colaboradores em regime permanente, e, áreas técnicas (caldeiras, chillers, central de bombagem de águas frias e de águas quentes sanitárias e tratamento de águas). Neste piso encontram-se ainda três cisternas onde a água proveniente da rede pública é armazenada em quantidade suficiente para a normal exploração do hotel.

O piso -1 é constituído pela restante zona de estacionamento, a sala onde se encontram equipamentos do sistema de refrigeração das câmaras frigoríficas (compressores e condensadores) e ainda o armazém 3 que serve para diversos tipos de arrumações.

No piso 0 encontram-se 6 das câmaras frigoríficas, o refeitório, bar e balneários dos colaboradores, rouparia, sala técnica onde se encontra o Posto de Transformação e Quadro Geral de Baixa Tensão, economato e ainda uma divisão onde se encontra o Grupo Eletromecânico (gerador de emergência) do edifício.

O piso 1 é constituído pela zona de receção aos clientes, bar, restaurante, discoteca, fitness club, tabacaria, sala de reuniões, sala de fumadores, cozinha, pastelaria, copa, room service, a entrada dos colaboradores e zona de cargas e descargas (parte lateral do edifício).

No piso 2 estão instalados os serviços administrativos do hotel e salas de conferências e banquetes, apoiadas por respetivos espaços de serviço, tais como: camarins, cozinha de apoio a banquetes e instalações públicas sanitárias.

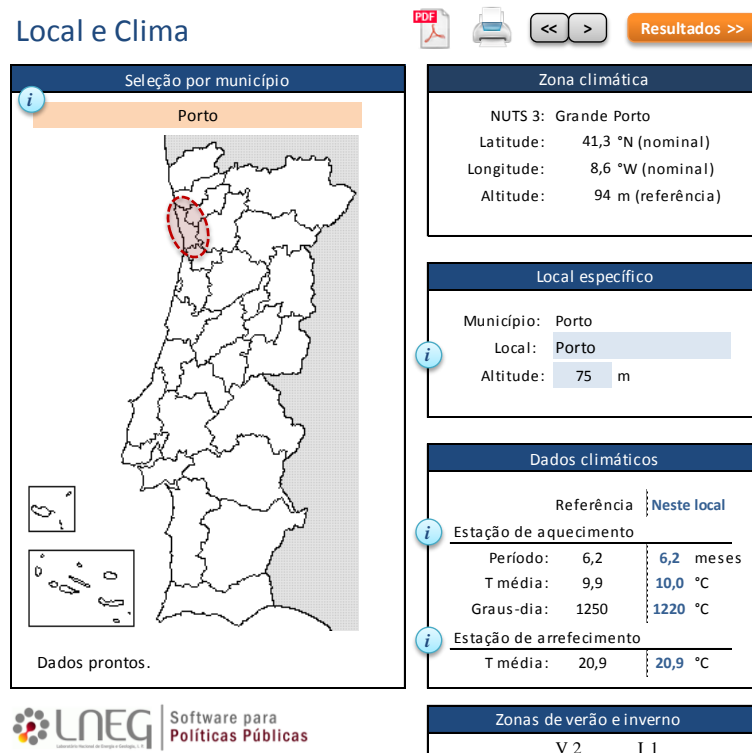
O piso 3 é uma zona de ocupação mista contemplando área pública afeta a conferências e banquetes, área técnica afeta à distribuição de ar condicionado do hotel, central telefónica e casa de máquinas dos elevadores monta-cargas e parking.

Os restantes pisos são constituídos por quartos, corredores e áreas de serviço

### 3.2.1. Localização e orientação solar

O Hotel Tiara Park Atlantic Porto está localizado na Avenida da Boavista, freguesia de Lordelo do Ouro, concelho do Porto. Apresenta fachadas orientadas Norte, Sul, Este e Oeste, sendo que a entrada principal está localizada na fachada Sul.

O edifício está inserido na zona climática do Grande Porto correspondendo à zona I1 de Inverno e V2 de Verão (Figura 3 e Figura 4).



**Figura 3 – Dados climáticos**



**Figura 4** - Localização do edifício

### 3.2.2. Soluções construtivas

O edifício é constituído por uma fachada opaca e por uma fachada cortina nas várias orientações. Nos pisos 1 e 2 as fachadas orientadas a Sul e Oeste são essencialmente constituídas por vãos envidraçados. Entre os pisos 4 e 15 (zonas de quartos) as fachada cortina é constituída por toda a fileira vertical dos vãos envidraçados dos quartos.

A parede exterior é essencialmente constituída por um pano de betão e pano de alvenaria em tijolo com isolamento e poliestireno extrudido entre estes. O valor de coeficiente de transferência térmica ( $U$ ) desta solução é ligeiramente inferior ao valor dado como referência no DL 118/13 para a edifícios inseridos nesta zona climática ( $0.70 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ ) e bastante inferior ao valor limite para novos edifícios ( $1.75 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ ) (Tabela 3).

**Tabela 3** - Soluções construtivas (Paredes/Coberturas/Pavimentos)

ID	Descrição	A [m <sup>2</sup> ]	U W/m <sup>2</sup> /°C	U <sub>max</sub> W/m <sup>2</sup> /°C	U <sub>ref</sub> W/m <sup>2</sup> /°C
PE	Parede exterior com 30 cm de espessura total e constituída (do exterior para o interior) por revestimento em mármore compacto com 1 cm (Msi=27 kg/m <sup>2</sup> , R=0.003 (m <sup>2</sup> .°C)/W); pano de betão normal com 16 cm (Msi=368 kg/m <sup>2</sup> , R=0.08 (m <sup>2</sup> .°C)/W); isolada termicamente com poliestireno extrudido com 4 cm (Msi=2 kg/m <sup>2</sup> , R=1.08 (m <sup>2</sup> .°C)/W); pano de alvenaria em tijolo de 7 cm de espessura (Msi=110 kg/m <sup>2</sup> , R=0.19 (m <sup>2</sup> .°C)/W); revestimento interior em reboco tradicional com 2 cm (Msi=38 kg/m <sup>2</sup> , R=0.015 (m <sup>2</sup> .°C)/W).	3590.57	0.65	1.75	0.70
CE	Cobertura exterior com 68 cm de espessura total e constituída (do exterior para o interior) por seixo com 5 cm de espessura (Msi=98 kg/m <sup>2</sup> , R=0.025 (m <sup>2</sup> .°C)/W); isolamento térmico em poliestireno extrudido com 5 cm (Msi=2 kg/m <sup>2</sup> , R=1.35 (m <sup>2</sup> .°C)/W); dupla tela asfáltica com 2 cm de espessura (Msi=42 kg/m <sup>2</sup> , R=0.029 (m <sup>2</sup> .°C)/W); bloco de betão normal com 25 cm de espessura (Msi=310 kg/m <sup>2</sup> , R=0.33 (m <sup>2</sup> .°C)/W); espaço de ar não ventilado com 30 cm de espessura (R=0.16 (m <sup>2</sup> .°C)/W); revestimento em gesso cartonado com 1 cm de espessura (Msi=9 kg/m <sup>2</sup> , R=0.04 (m <sup>2</sup> .°C)/W).	1562.55	0.48	1.25	0.50
PI1	Parede interior em contacto com espaços não úteis (parede de separação da caixa de escadas e os quartos) com 16 cm de espessura constituída por um pano de alvenaria de tijolo de 15 cm (Msi=170 kg/m <sup>2</sup> , R=0.39 (m <sup>2</sup> .°C)/W) rebocado de ambos os lados com uma espessura de 0,5 cm (Msi=10 kg/m <sup>2</sup> , R=0.04 (m <sup>2</sup> .°C)/W).	341.90	1.52	1.75	0.70
PI2	Parede interior em contacto com espaços não úteis – (parede de separação entre caixa de escadas e WC's), com 22 cm de espessura constituída por, betão normal de 20 cm de espessura (Msi=490 kg/m <sup>2</sup> , R=0.10 (m <sup>2</sup> .°C)/W) e reboco interior de 2 cm de espessura (Msi=38 kg/m <sup>2</sup> , R=0.015 (m <sup>2</sup> .°C)/W).	154.30	2.67	1.75	0.70
Pav Ext	Pavimento exterior com 92 cm de espessura total e constituída (do exterior para o interior) por Laje de betão de 90 cm (Msi=2115 kg/m <sup>2</sup> , R=0.391 (m <sup>2</sup> .°C)/W), Underlay (espuma de borracha) de 1 cm (Msi=12 kg/m <sup>2</sup> , R=0.059 (m <sup>2</sup> .°C)/W) e um revestimento têxtil (Alcatifa) de 1 cm (Msi=2 kg/m <sup>2</sup> , R=0.167 (m <sup>2</sup> .°C)/W).	185.90	1.21	1.25	0.50

ID	Descrição	A [m <sup>2</sup> ]	U W/m <sup>2</sup> /°C	U <sub>max</sub> W/m <sup>2</sup> /°C	U <sub>ref</sub> W/m <sup>2</sup> /°C
Pav Int	Pavimento exterior com 92 cm de espessura total e constituída (do exterior para o interior) por Laje de betão de 90 cm (Msi=2115 kg/m <sup>2</sup> , R=0.391 (m <sup>2</sup> .°C)/W), Underlay (espuma de borracha) de 1 cm (Msi=12 kg/m <sup>2</sup> , R=0.059 (m <sup>2</sup> .°C)/W) e um revestimento têxtil (Alcatifa) de 1 cm (Msi=2 kg/m <sup>2</sup> , R=0.167 (m <sup>2</sup> .°C)/W).	1258.10	1.04	1.25	0.50
Cob Int	Pavimento exterior com 92 cm de espessura total e constituída (do interior para o exterior) por revestimento têxtil (Alcatifa) de 1 cm (Msi=2 kg/m <sup>2</sup> , R=0.167 (m <sup>2</sup> .°C)/W), Underlay (espuma de borracha) de 1 cm (Msi=12 kg/m <sup>2</sup> , R=0.059 (m <sup>2</sup> .°C)/W) e Laje de betão de 90 cm (Msi=2115 kg/m <sup>2</sup> , R=0.391 (m <sup>2</sup> .°C)/W).	165.00	1.22	1.25	0.50

Os vão envidraçados na zona dos quartos são na sua generalidade do tipo duplo com caixilharia metálica. Os vidros exteriores são refletantes e coloridos na massa enquanto que os interiores são incolores (Tabela 4).

Nos espaços compreendidos entres o piso 0 e o piso 3 os vão envidraçados são do tipo simples, sendo os vidros do tipo refletantes. Os sistemas de sombreamento e a capacidade e tipo de abertura dos vãos varia, sendo na maioria do tipo fixos.

**Tabela 4 - Soluções construtivas (Vãos envidraçados)**

ID	Descrição	A [m <sup>2</sup> ]	g <sub>t</sub> corrido	g <sub>t</sub> Max	g <sub>t Ref</sub>	U <sub>wdn</sub> W/m <sup>2</sup> / °C	U <sub>ref</sub> W/m <sup>2</sup> / °C
Env1	Vão envidraçado duplo, disposto por todos os quartos do hotel, constituído por caixilharia metálica simples e sem classificação de permeabilidade ao ar, vidro duplo colorido na massa e incolor com protecção interior de cortina interior ligeiramente transparente e cortina interior opaca escura.	1039	0.50	0.56	0.20	3.4	4.30
Env2	Vão envidraçado simples, inserido nas zonas administrativas, constituído por caixilharia metálica simples de correr e sem classificação de permeabilidade ao ar, vidro simples reflectante colorido na massa e sem protecção solar.	28	0.50	0.56	0.20	6.5	4.30
Env3	Vão envidraçado simples, inserido nas zonas administrativas, constituído por caixilharia metálica simples de correr e sem classificação de permeabilidade ao ar, vidro simples reflectante colorido na massa e com protecção solar de cortinas opacas de cor clara.	17	0.32	0.56	0.20	5.2	4.30
Env4	Vão envidraçado simples, constituído por caixilharia metálica simples de correr e sem classificação de permeabilidade ao ar, vidro simples reflectante colorido na massa com protecção interior tipo cortina interior opaca de cor escura.	47	0.39	0.56	0.20	4.9	4.30
Env5	Vão envidraçado simples, constituído por caixilharia metálica simples de correr e sem classificação de permeabilidade ao ar, vidro simples reflectante colorido na massa com protecção interior tipo cortina interior opaca de cor clara.	244	0.32	0.56	0.20	4.9	4.30
Env6	Vão envidraçado simples, constituído por caixilharia metálica simples de correr e sem classificação de permeabilidade ao ar, vidro simples reflectante e colorido na massa sem protecção interior.	68	0.50	0.56	0.20	4.9	4.30

### 3.2.3. Sistemas de Climatização e Ventilação

O sistema de climatização do edifício do Hotel Tiara Park Atlantic Porto é um sistema tudo água em regime de volume de ar constante. O ar é tratado em termos de qualidade e em termos térmicos nas Unidades de Tratamento de Ar e Unidades de Tratamento de Ar Novo que se encontram na sua maioria instaladas no piso 3. A designação interna dada às UTA's e UTAN's é de CTA (Central de Tratamento de Ar). No total existem 13 CTA's sendo que apenas duas têm capacidade de recuperar o ar interior, portanto em termos práticos existem 11 UTAN's e 2 UTA's.

Estão instaladas unidades terminais em diversos espaços interiores, em que o ar pode ser reaquecido ou arrefecido de acordo com as necessidades dos ocupantes assim como é regulável o caudal de ventilação para o espaço (este caudal de ar é um misto de ar proveniente das condutas de ventilação bem como do espaço interior). Nas zonas dos quartos e corredores o ar é enviado em *plenum* para o ventilo-convetores. Nas zonas ocupadas por colaboradores as unidades terminais apresentam várias tipologias (ventilo-convetores horizontais e verticais e cassetes).

As grelhas de admissão do ar exterior encontram-se estrategicamente colocadas de acordo com as “regras” para tal, ou seja, evitar locais de possível emissão de poluentes atmosféricos, evitar estar em linha com os ventos e chuvas dominantes (Sul) de forma a evitar infiltrações, e também distantes de locais de possível proliferação de legionella (vapores de lagos, fontes, etc). Também os espaços em que se encontram instaladas as CTA's têm em consideração a proximidade com os locais de admissão e zonas a insuflar, de forma a minimizar o trajeto das condutas para que os custos de projeto e perdas de carga sejam menores.

Em determinados espaços encontram-se instaladas unidades splitt de forma a que nesses locais sejam asseguradas as condições de conforto dos ocupantes onde o sistema de climatização não chega ou quando não é suficiente.

A maioria das destes equipamentos possui a idade do edifício do Hotel, cerca de 30 anos, no entanto ao longo deste período já sofreram várias intervenções de forma a assegurar que o seu desempenho se mantenha inalterado. Estas intervenções tanto engloba ações de manutenção (afinação de componentes, substituição de filtros) como ações de reparação de danos nos componentes que as constituem

A produção de água quente para as unidades de tratamento de ar, é efetuada através de duas caldeiras a gás natural, da marca TERMEC, modelo SR-HR16S, com capacidade nominal de aquecimento de 1860.9 kW apresentando uma eficiência na ordem dos 95% (Tabela 5). O edifício dispõe de três depósitos de acumulação de AQS de 8000L cada um.

**Tabela 5 - Características técnicas das caldeiras**

ID	Marca	Modelo	Aquec kW	Eficiência	Observações
Caldeira1	TERMEC	SR-HR16S	1860.9	94.80%	Não funcionam as duas ao mesmo tempo
Caldeira2	TERMEC	SR-HR16S	1860.9	94.70%	

A produção de água fria é efetuada por 2 chillers da marca Trane, modelo CVGA 030 HR e CVGA 026 HR, com capacidade nominal de arrefecimento de 1079 kW e 974 kW apresentando um EER de 4.35 e 4.61 respetivamente (Tabela 6).



**Tabela 6** - Características técnicas dos chillers

ID	Marca	Modelo	Arref kW	EER	Observações
Chiller1	Trane	CVGA 030 HR	1079	4.35	Principal Normalmente não é ligado
Chiller2	Trane	CVGA 026 HR	974	4.61	

Como referido, estão instaladas 11 UTAN's e 2 UTA's (internamente designadas por CTA's) que são responsáveis pela renovação e tratamento do ar dos espaços (Tabela 7).

**Tabela 7** - Unidades de tratamento de ar novo

ID	Ar Novo m³/h	Ar Insuf m³/h	Ar Ret/Ext m³/h	Potência ventilador kW	Local
CTA 1	29700	29700	-	14.7	Quartos
CTA 2	5290	10130	4840	5.8	Corredor Quartos
CTA 3	8000	15000	14000	7.5	Sala Guimarães
CTA 4	13000	13300	-	7.5	Hall e Foyer
CTA 5	12325	12325	-	5.5	Zonas com VC P1,P2,P3
CTA 6	3500	3500	-	1.5	Sala Sagres
CTA 7	7500	7500	-	4	Restaurante
CTA 8	4500	4500	-	2.2	Bar
CTA 9	19100	19100	-	5.5	Cozinha
CTA 10	11100	11000	-	5.5	Sala Lisboa
CTA 11	4200	4200	-	1.1	Refeitório Pessoal
CTA 13	4500	4500	-	2.2	Night Club
CTA 14		7800	-	2.2	Casa das Maquinas

Todas as unidades têm associados dois tipos de comandos, um manual e outro de acordo com um horário previamente programado.

As unidades que servem espaços que estão diariamente ocupados e segundo um mesmo perfil estão programadas para funcionarem em determinado período diário (Tabela 8). As unidades que servem espaços em que a sua ocupação não apresenta o mesmo perfil diário (por exemplo salas multifuncionais) são comandadas manualmente de acordo com as necessidades dos ocupantes.

**Tabela 8** - Horários de funcionamento das Unidade de Tratamento de Ar

Unidade	Horários
CTA 1	0h-2h/6h-10h/18h-24h
CTA 2	0h-1h/10h-0h
CTA 3	Conforme utilização da Sala
CTA 4	0h-1:30h/7h-24h
CTA 5	10-23h
CTA 6	Conforme utilização da Sala
CTA 7	7h-15h/17:30h-23h
CTA 8	7:30h-24h
CTA 9	0h-24h
CTA 10	Conforme utilização da Sala
CTA 11	7h-15h/18h-21h
CTA 13	Parada
CTA 14	Parada

Tal como referido na descrição dos sistemas existentes, em cada quarto está instalado um ventilo-convector que é comandado pelos ocupantes do espaço (Tabela 9).

**Tabela 9** – Ventiloconvectores

Potência Ventilador kW	Local tratado
0.070	Quartos

Estão instalados vários ventiladores de extração que servem os vários espaços (Tabela 10). O funcionamento dos ventiladores de extração divide-se em três tipos, os de funcionamento constante, os de funcionamento quando os espaços estão ocupados e os de emergência/desenfumagem. Estes últimos não foram contabilizados para os consumos anuais do edifício, pois o seu funcionamento é esporádico.

**Tabela 10** - Ventiladores de extração

ID	Caudal	Potência	Local tratado
	m³/h	kW	
VE 1	7920	1.103	Quartos
VE 2	7920	1.103	Quartos
VE 3	7260	0.736	Quartos
VE 4	6600	1.471	Quartos
VE 5	4840	0.736	Corredor Quartos
VE 6	5605	1.103	Sanitários P1 + P2
VE 7	13000 / 8660	3.678	Cozinha (2 velocidades)
VE 8	11700	1.986	Cozinha
VE 9	6200	1.103	Cozinha
VE 10	3500	0.552	Sala Sagres
VE 11	775	0.184	Ginásio
VE 12	6075	1.471	Zonas Técnicas
VE 13	3300	0.368	Lavandaria
VE 14	11100	1.471	Sala Lisboa
VE 15	4500	0.736	Bar
VE 16	4200	0.552	Restaurante
VE 17	4500	0.736	Night Club
VE 18	-	0.184	Economato
VE 19	6250	1.471	Casa Maquinas
VE 20	14400	2.942	Garagens
VE 21	14400	2.942	Garagens
VE 22	9715	1.471	Zonas com VC P1,P2,P3
VE 23	-	0.257	Camara Lixos
VE 24	-	0.257	Casa Telefónica
VE 25	-	0.257	Elevador
VE 26	7800	2.207	Casa Maquinas
VE 27	7800	0.368	Casa Maquinas - Aspiração Livre (Emergência)

Aos chiller's encontram-se associados coletores de distribuição de água, um de ida e outro de retorno, a partir dos quais, com recurso a bombas de distribuição de água refrigerada, se faz a distribuição de energia térmica às unidades de tratamento de ar e aos equipamentos de tratamento ambiente.

Às caldeiras estão associados coletores de água quente, um de ida e outro de retorno, a partir dos quais, com recurso a bombas de distribuição de água quente, se faz a distribuição de energia térmica às unidades de tratamento de ar e aos equipamentos de tratamento ambiente.

Todas as tubagens e condutas são termicamente isoladas. As condutas quando estão à vista são mecanicamente protegidas com um revestimento de chapa de alumínio.

Os sistemas de bombagem instalados no edifício estão apresentados na Tabela 11.

Tabela 11 - Sistema de bombagem

ID	Tipo	Pot. kW	Função
B0 1	Constante	1.103	FUEL
B0 2	Constante	1.103	FUEL
B0 3	Constante	1.103	FUEL
B0 4	Constante	1.103	FUEL
ARQ 1	Constante	0.368	AQS - Bomba Circuladora
ARQ 2	Constante	0.368	AQS - Bomba Circuladora
ARQ 3	Constante	0.736	AQS - Bomba Circuladora
ARQ 4	Constante	0.736	AQS - Bomba Circuladora
BC 1	Constante	29.420	Chiller (24h por dia só no Verão)
BC 2	Constante	29.420	Chiller (24h por dia só no Verão)
BC 3	Constante	29.420	Chiller (24h por dia só no Verão)
BC 4	Constante	29.420	Chiller (24h por dia só no Verão)
BF 1	Constante	14.710	Chiller- Bomba Circuladora Agua Gelada (24h só no Verão)
BF 2	Constante	14.710	Chiller- Bomba Circuladora Agua Gelada (24h só no Verão)
BF 3	Constante	14.710	Chiller- Bomba Circuladora Agua Gelada (24h só no Verão)
BF 5	Constante	2.942	
BF 6	Constante	2.942	
BF 7 A	Constante	4.045	
BF 7 B	Constante	4.045	
BF 8	Constante	2.207	
BF 8 B	Constante	2.207	
BQ 1	Constante	0.736	
BQ 2	Constante	0.736	
BQ 3	Constante	4.045	Caldeira AQS
BQ 4	Constante	4.045	Caldeira AQS
BQ 7	Constante	7.355	Caldeira AVAC
BQ 8	Constante	7.355	Caldeira AVAC
BR 1	Constante	11.033	
BR 2	Constante	11.033	
BOMBA DE CONDENSADOS 1	Constante	1.471	Lavandaria (inoperacional)
BOMBA DE CONDENSADOS 2	Constante	1.471	Lavandaria (inoperacional)
COMPRESSOR DE AR COMPRIMIDO 1	Constante	2.942	Esporádico
COMPRESSOR DE AR COMPRIMIDO 2	Constante	2.942	Esporádico

### 3.2.4. Outros sistemas consumidores de energia

Além dos sistemas que asseguram a climatização dos espaços foi ainda necessário proceder ao levantamento de todos os equipamentos elétricos e eletrónicos bem como os sistemas de iluminação instalados.

O nível dos sistemas de iluminação (Tabela 12), em termos de potência instalada por tecnologia o edifício apresenta as seguintes parcelas:

- 13.1% LED;
- 15.3% Fluorescentes tubulares T5;
- 12.2% Fluorescentes compactas;
- 52.4% Halogéneo;
- 7.0% Fluorescentes tubulares T8.

Embora a potência instalada de lâmpadas de halogéneo seja a que corresponde à maior parcela, isso não se traduz nos consumos devido ao facto de terem uma utilização inferior. Cerca de 90% do valor relativo á potência instalada de lâmpadas de halogéneo diz respeito aos candeeiros de pé alto existentes nos quartos em que cada um apresenta duas lâmpadas de 100W.

Todos os espaços em que a iluminação permanece ligada durante 24h estão instalados lâmpadas de tecnologia mais eficiente, destacando-se os espaços de circulação de quartos, foyer e cozinha com tecnologia LED e as zonas técnicas com lâmpadas fluorescentes tubulares T5 (Apêndice A).

**Tabela 12** - Equipamentos de Iluminação

ID	Descrição	Pot. Unit. W	Quant	Pot Tot. W
I1	Fluorescente Tubular T5 35W	35	119	4165
I2	Fluorescente Tubular T5 28W	28	357	9996
I3	Fluorescente Tubular T5 14W	14	159	2226
I4	Fluorescente Tubular T8 36W	36	75	2700
I5	LED 3W	3	998	2994
I6	Fluorescente Compacta 11W	11	849	9339
I7	Fluorescente Compacta 20W	20	18	360
I8	Fluorescente Tubular T8 54W	54	62	3348
I9	Fluorescente Compacta 13W	13	15	195
I10	Fluorescente Tubular T8 8W	8	25	200
I11	Fluorescente Tubular T8 18W	18	72	1296
I12	Halogéneo 20W	20	386	7720
I13	Fluorescente Compacta 18W	18	177	3186
I14	LED Tube 23W	23	46	1058
I15	LED 4W	4	484	1936
I16	LED 5.5W	5,5	968	5324
I17	Halogéneo 100W	100	484	48400
I18	LED 2W	2	1265	2530
I19	LED 10W	10	19	190

Foi também realizado o levantamento relativo aos equipamentos elétricos em cada espaço, que na sua generalidade se prendem com computadores e impressoras nos espaços relativos a escritórios, tv's e rádios nos quartos, tv's e vídeo projetores nas salas multifuncionais.

Existem ainda equipamentos de frio na zona do armazém.

Na cozinha estão instalados equipamentos elétricos e equipamentos a gás natural.

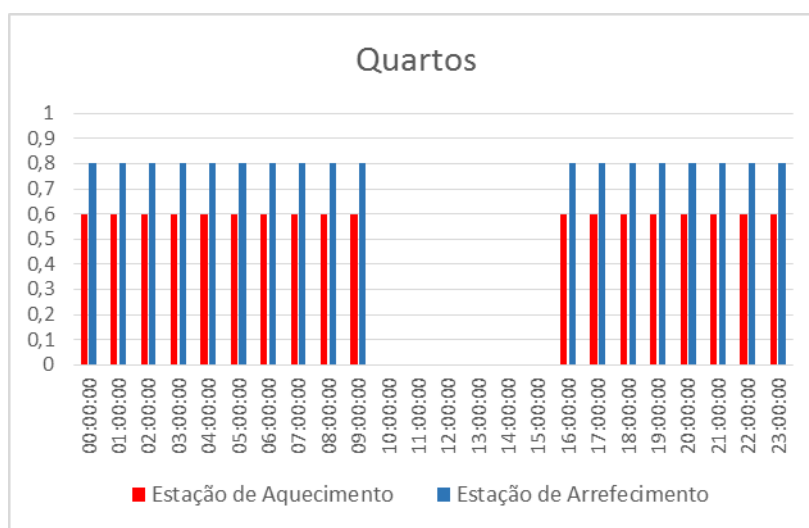
O valor da densidade de equipamentos instalados nos espaços climatizados e o seu regime de funcionamento foi inserido no software de simulação dinâmica de forma a que as necessidades energéticas de climatização sejam calculadas tendo em conta os ganhos térmicos associados a estes equipamentos.

O levantamento relativo aos equipamentos elétricos e a gás natural por espaço está apresentado no apêndice B.

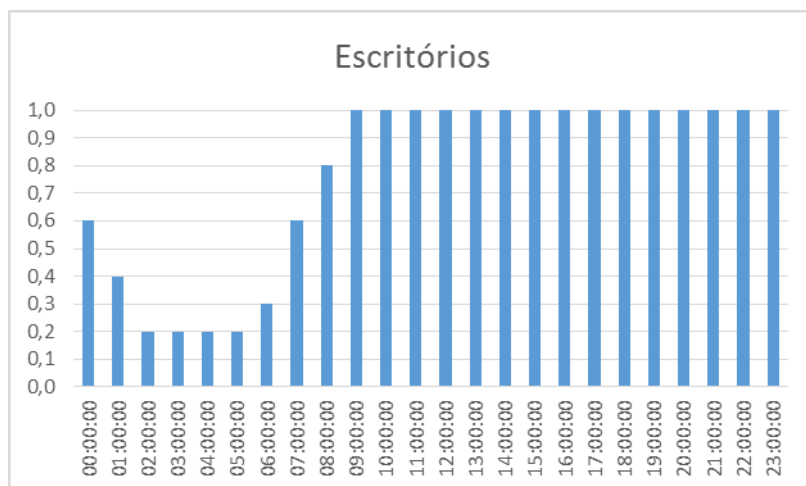
### 3.2.5. Padrões de utilização

Os padrões de utilização relativos à ocupação, iluminação e equipamentos foram elaborados de acordo com as medições realizadas no edifício aquando do processo de certificação energética em 2010 e, em 2013 quando a sua classe energética foi revista. Os resultados das medições elétricas estão apresentados no apêndice C.

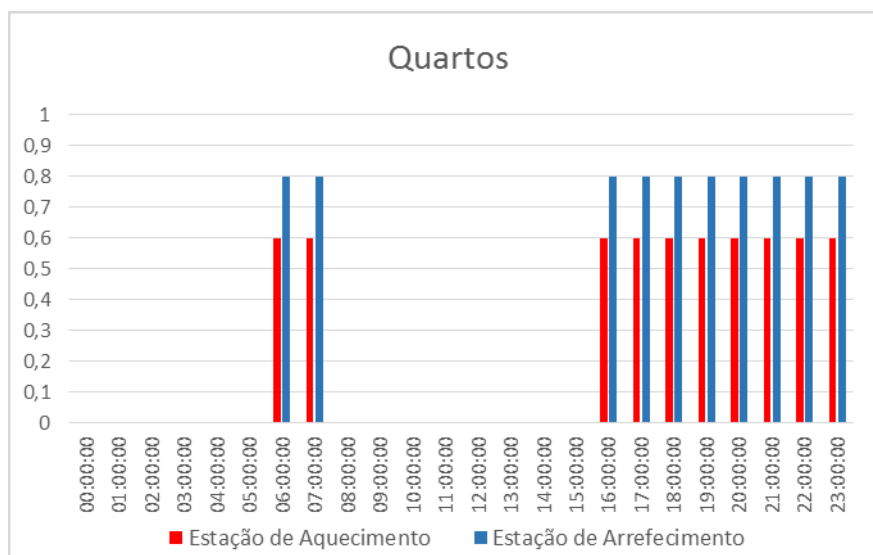
Nas figuras seguintes (Figura 5 a 10) são apresentados os padrões de utilização de ocupação, iluminação e equipamentos considerados no modelo de simulação dinâmica que foram determinados.



**Figura 5 - Perfil de ocupação dos quartos**



**Figura 6** - Perfil de ocupação dos escritórios



**Figura 7** - Perfil de iluminação dos quartos

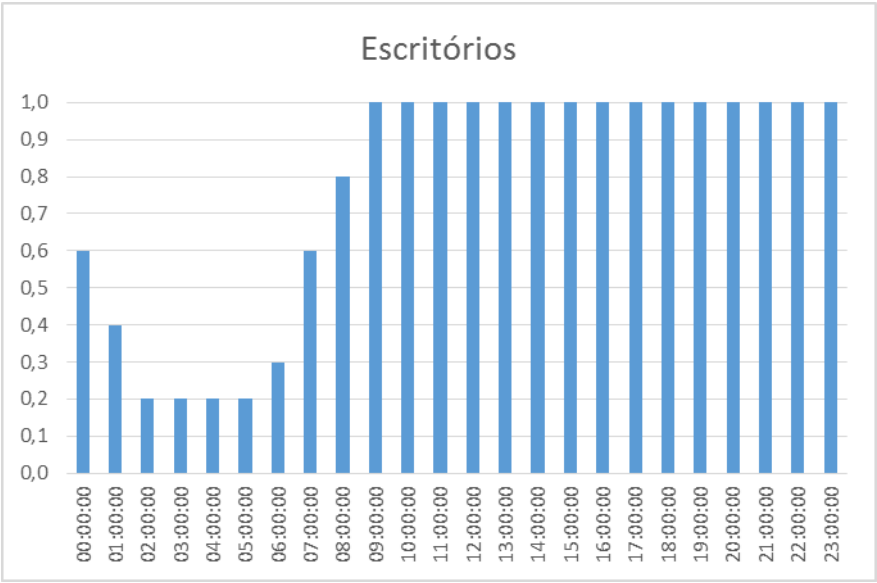


Figura 8 - Perfil de iluminação dos escritórios

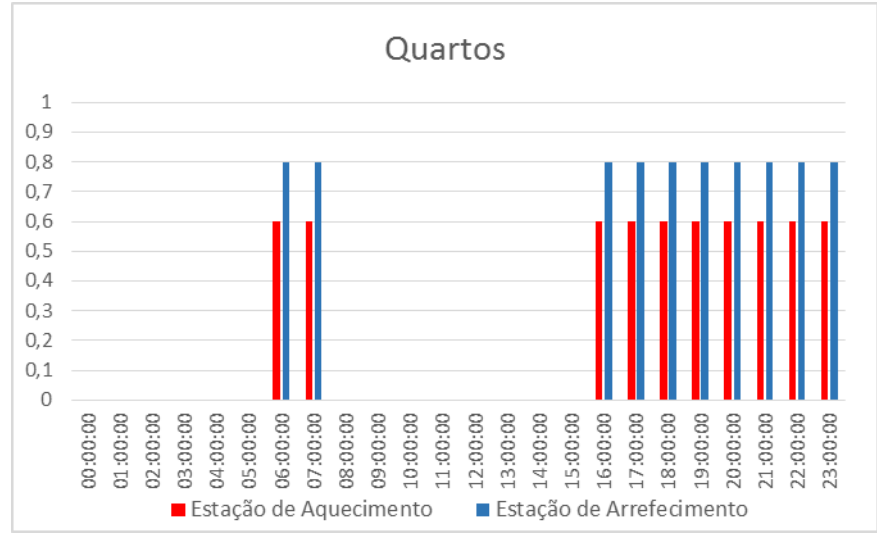
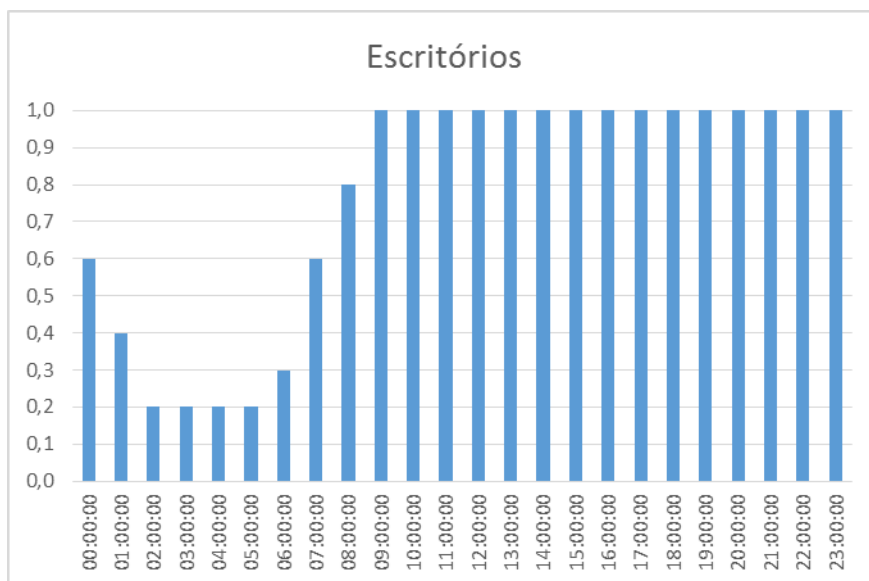


Figura 9 - Perfil de equipamentos dos quartos





**Figura 10** - Perfil de equipamentos dos escritórios

### 3.2.6. Zonamento energético

Os espaços com as mesmas condições de operação e com a mesma orientação foram agrupados numa zona térmica.

Os espaços compreendidos entre os pisos -2 e 3 considerados como espaços climatizados foram de uma forma geral todos definidos individualmente. No caso dos pisos superiores, onde se encontram os quartos, tendo em conta que apresentam as mesmas características, o zonamento definido para o piso 4 foi igual para os restantes. Os quartos foram agrupados de acordo com a sua orientação, ficando divididos em três espaços (Quartos Este, Quartos Oeste e Quartos Sul).

### 3.3. Simulação dinâmica em condições reais

De acordo com o levantamento realizado foram introduzidos os dados no *software* TRACE700.

Os parâmetros necessários para definir cada espaço foram a área interior, pé direito, áreas das paredes exteriores e sua orientação, áreas de vão envidraçados e sua orientação, número máximo de ocupantes, potência de iluminação e equipamentos instalada, caudais de ar novo e de extração. No apêndice D são apresentadas as tabelas com os dados necessários de cada espaço que foram necessários obter para introduzir no *software* de simulação dinâmica.

As primeiras simulações foram de acordo com os dados apresentados anteriormente e assumindo que temperaturas a manter no interior dos espaços seriam de 20°C no Inverno e 25°C no Verão. Estes valores são referidos como forma a evitar desperdício energético e assegurar que as diferenças térmicas entre o exterior e o interior conduzem a que o choque térmico dos ocupantes não seja demasiado elevado.

Os equipamentos elétricos, sistemas de iluminação, sistemas de bombagem e sistemas de ventilação com perfis constantes, e, não associados às necessidades térmicas dos espaços definidos no *software*, foram calculados à parte e adicionados aos totais energéticos obtidos na

simulação. Os perfis constantes foram baseados nas horas anuais que os sistemas estão em funcionamento segundo a melhor informação disponível juntos dos utilizadores e responsáveis pela manutenção dos mesmos.

Os consumos constantes estão apresentados na Tabela 13.

**Tabela 13** - consumos com perfil constante considerados

<b>Consumos com perfis constantes</b>		
<b>Utilização</b>	<b>Elettricidade</b>	<b>Gás Natural</b>
	<b>kWh/ano</b>	<b>kWh/ano</b>
<b>Iluminação interior</b>	49163	-
<b>Iluminação exterior</b>	16791	-
<b>Ventilação</b>	199607	-
<b>Bombagem</b>	109531	-
<b>Elevadores</b>	22163	-
<b>Frio</b>	63207	-
<b>AQS (cálculo apêndice E)</b>	-	576620

Estes valores foram somados aos resultados da simulação, apresentando um consumo total de 2109621 kWh/ano de eletricidade e 1215778 kWh/ano de gás natural (Tabela 14). Este resultado apresenta uma diferença na ordem dos 20% em relação aos valores reais médios dos últimos 3 anos (2011, 2012, 2013).

**Tabela 14** - Resultados simulação vs real

	<b>Consumo total (kWh/ano)</b>		
	<b>Real</b>	<b>Simulação</b>	<b>Diferença</b>
<b>Elettricidade</b>	2541243	2109621	-17%
<b>Gás Natural</b>	1664686	1215778	-27%
<b>TOTAL</b>	4205929	3325398	-21%

Em termos do consumo energético por utilização, resulta nos valores apresentados na Tabela 15. Os consumos ao nível da climatização (aquecimento, arrefecimento e águas quentes sanitárias) apresentam a maior fatia de consumo.

**Tabela 15** - Consumos anuais por utilização estimados

<b>Tipo de consumo</b>	<b>kWh/ano</b>
Aquecimento (Gás Natural)	399024
Aquecimento (Eletricidade)	12
Arrefecimento	117374
Ventilação associada à climatização	301006
Bombagem associada à climatização	203909
AQS	576620
Iluminação	355509
Ventilação não associada à climatização	197841
Bombagem não associada à climatização	109531
Equipamentos elétricos	673115
Equipamentos a gás	240133
Equipamentos de frio	63207
Iluminação dedicada/ utilização pontual	49163
Elevadores, escadas, tapetes rolantes	22163
Iluminação exterior	16791
Outros	0
<b>TOTAL</b>	<b>3325398</b>

A folha de resultados do *software* utilizado está apresentado na Figura 11.

# Energy Cost Budget / PRM Summary

Project Name:	Date:
City:	Weather Data: SCE_Porto_75m

Note: The percentage displayed for the "Proposed/ Base %" column of the base case is actually the percentage of the total energy consumption.

\* Denotes the base alternative for the ECB study.

		* Alt-1 Tiara Porto		
		Energy 10 <sup>3</sup> kWh/yr	Proposed / Base %	Peak kW
Lighting - Conditioned	Electricity	353.7	15.5	80
Space Heating	Electricity	0.0	0.0	4
	Gas	399.0	17.4	291
Space Cooling	Electricity	117.4	5.1	91
Pumps	Electricity	203.9	8.9	54
Heat Rejection	Electricity	0.1	0.0	1
Fans - Conditioned	Electricity	301.0	13.2	62
Receptacles - Conditioned	Electricity	673.1	29.4	176
	Gas	240.1	10.5	73
Total Building Consumption		2,288.4		

			* Alt-1 Tiara Porto
			Energy 10 <sup>3</sup> kWh/yr
			Cost/yr \$/yr
Electricity			1,649.3
Gas			639.2
Total			2,288

Project Name:  
Dataset Name: Q213\_TIARA PORTO\_20\_25.TRC

**Figura 11** - Folha de resultados da simulação (TRACE700)

### 3.4. Calibração do modelo do edifício

De forma a diminuir a diferença de consumos obtida nos resultados simulados em relação aos valores médios reais procedeu-se a algumas alterações tendo em conta a melhor informação disponível.

De acordo com a tipologia do edifício as temperaturas dos espaços tem de ser ajustadas em função dos vários ocupantes que representam preferências e sensibilidades bastante diferentes em função da idade e país de origem, as temperaturas interiores nem sempre são de acordo com níveis considerados mais eficientes nas várias estações.

Desta forma foi necessário proceder a alguns ajustes a este nível, mantendo os níveis de temperatura interior entre os 20°C e os 25°C. A temperatura definida como sendo a mais próxima

do real foi de 22°C ao longo de todo o ano. Assim repetiu-se a simulação com a alteração deste parâmetro.

Os valores obtidos na nova simulação com vista á sua calibração permitiram obter níveis de consumos energéticos mais próximos da média anual dos últimos três anos, apresentando um desvio de 10% no caso da eletricidade e de 8% no caso do gás natural (Tabela 16). Em termos totais o desvio foi de 9%, considerando-se a simulação calibrada de acordo com o definido na metodologia.

**Tabela 16** - Resultados da simulação calibrada

	Consumo total (kWh/ano)		
	Real	Simulação	Diferença
<b>Eletricidade</b>	2541243	2292859	-10%
<b>Gás Natural</b>	1664686	1526798	-8%
<b>TOTAL</b>	4205929	3819658	-9%

A folha de resultados do *software* utilizado está apresentado na Figura 12.

# Energy Cost Budget / PRM Summary

By ENESCOORD

Project Name:		Date:	
City:		Weather Data:	

Note: The percentage displayed for the "Proposed/ Base %" column of the base case is actually the percentage of the total energy consumption.

\* Denotes the base alternative for the ECE study.

		* Alt-1 Tiara Porto		
		Energy 10 <sup>4</sup> kWh/yr	Proposed / Base %	Peak kW
Lighting - Conditioned	Electricity	353.7	12.7	50
Space Heating	Electricity	0.1	0.0	4
	Gas	710.0	25.5	245
Space Cooling	Electricity	269.2	9.7	133
Pumps	Electricity	235.3	8.5	54
Heat Rejection	Electricity	0.1	0.0	1
Fans - Conditioned	Electricity	301.0	10.8	62
Receptacles - Conditioned	Electricity	673.1	24.2	176
	Gas	240.1	8.6	73
Total Building Consumption		2,782.7		

* Alt-1 Tiara Porto		
	Energy 10 <sup>4</sup> kWh/yr	Cost/yr \$/yr
Electricity	1,532.5	0
Gas	950.2	0
Total	2,783	0

Project Name:  
Dataset Name: Q213\_TIARA\_REAL.TRC

**Figura 12** - Folha de resultados da simulação calibrada (TRACE700)

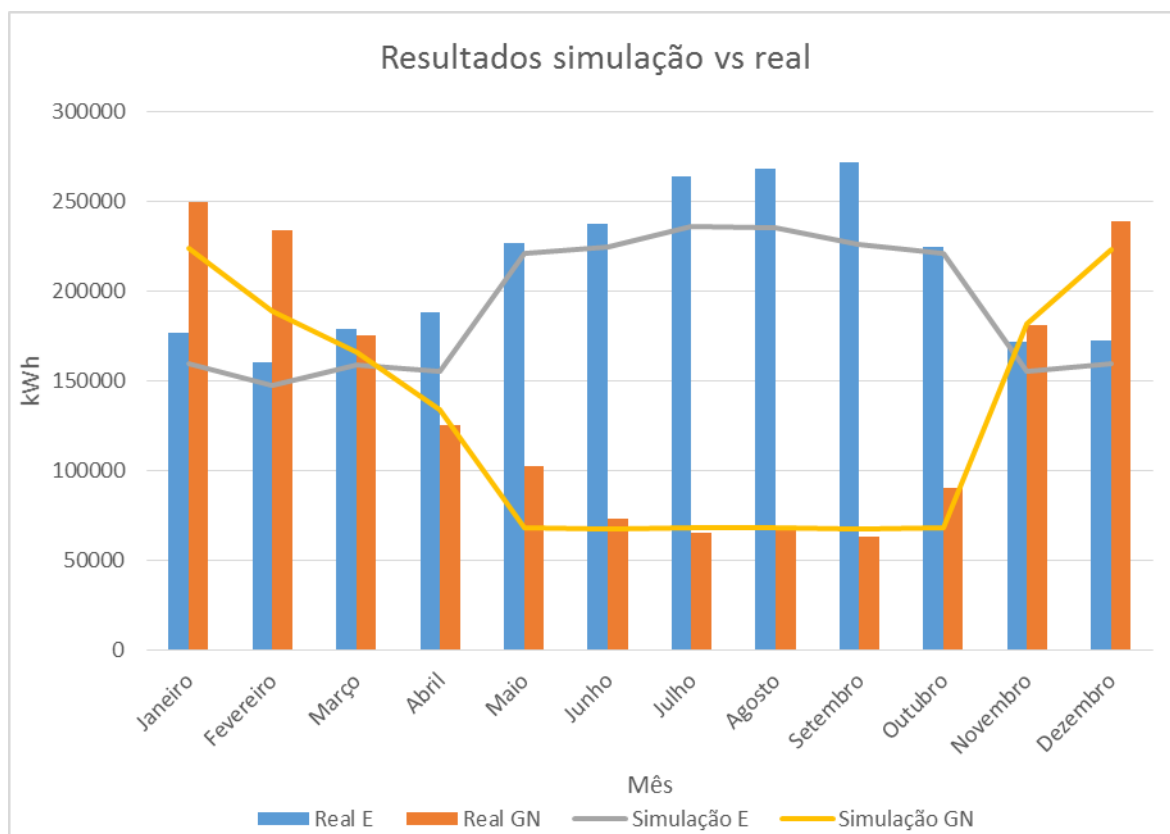
De acordo com os cálculos do consumo energético anual do edifício com recurso á simulação dinâmica verificou-se que os consumos energéticos relativos ao aquecimento são superiores aos de arrefecimento (Tabela 17), as parcelas de relativas aos equipamentos elétricos é bastante considerável, no entanto há que ter em conta que neste ponto estão incluídos os equipamentos elétricos da zona da Cozinha. Os sistemas de bombagem e climatização também apresentam um peso considerável.

De acordo com os resultados obtidos constatou-se que as principais medidas deverão ser introduzidas nos sistemas de climatização e a outros sistemas associados (bombas e ventiladores) e ao nível da produção de energia renovável.

**Tabela 17** - Resultados da simulação calibrada por tipo de utilização

<b>Tipo de consumo</b>	<b>kWh/ano</b>
Aquecimento (Gás Natural)	710044
Aquecimento (Eletricidade)	77
Arrefecimento	269193
Ventilação associada à climatização	301006
Bombagem associada à climatização	235264
AQS*	576620
Iluminação	355509
Ventilação não associada à climatização	197841
Bombagem não associada à climatização	109531
Equipamentos elétricos	673115
Equipamentos a gás	240133
Equipamentos de frio	63207
Iluminação dedicada/ utilização pontual	49163
Elevadores, escadas, tapetes rolantes	22163
Iluminação exterior	16791
Outros	0
<b>TOTAL</b>	<b>3819658</b>

Em jeito de análise mais aprofundada da simulação procedeu-se à verificação de uma forma simplificada do consumo mensal obtido no processo de simulação com as médias mensais dos últimos três anos. Foi possível observar que nos meses em que as temperaturas exteriores são intermédias (Abril, Setembro, Outubro) os dados simulados apresentam maior discrepância, no entanto a dinâmica de variação apresenta bastantes semelhanças (Figura 13).



**Figura 13** - Resultados da simulação calibrada

### 3.5. Síntese do capítulo

O presente capítulo demonstrou os procedimentos relativos á definição do modelo de simulação dinâmica do Hotel Tiara Park Atlantic Porto. Os resultados após calibração do modelo apresentam um desvio em relação consumo real médio anual dos últimos três anos inferior a 10%.

Tendo finalizado a definição do modelo de simulação dinâmica do edifício em condições reais de utilização tornou-se possível estudar a implementação de medidas de eficiência energética e poder estimar a redução energética anual, bem como o período de retorno do investimento individualmente e em conjunto.

## 4. Estudo de Caso

### 4.1. Sumário

O presente capítulo visa apresentar propostas de otimização energética do edifício em estudo, assim como soluções que visam a obtenção de um edifício NZEB.

As medidas propostas na opção mais económica foram ao nível da substituição dos chillers existentes (Medida 1 e Medida 2), sistemas de bombagem (Medida 3), Iluminação (Medida 4), e introdução de um sistema de produção de eletricidade através de painéis fotovoltaicos na cobertura (Medida 5), sendo que a conjugação de medidas mais vantajosas em termos de redução energética e tempo de retorno do investimento foi a conjugação das medidas 1, 3, 4 e 5. Na solução NZEB foram propostas mais duas medidas a juntar às referidas anteriormente, consistindo na substituição de uma das caldeiras existentes por uma a biomassa (Medida 6) e a introdução de painéis fotovoltaicos nas fachadas dos pisos de quartos (Medida 7).

As medidas introduzidas na opção NZEB tiveram como resultado um consumo de energia primária, abaixo do valor limite para a zona do edifício de acordo com projeto NEZEH referenciado, permitindo assim validar esta opção.

### 4.2. Caracterização técnico-económica de soluções reabilitação energética

As medidas que se propõem estudar têm como objetivo reduzir o consumo energético anual do edifício através da substituição dos sistemas atuais pelos de última geração, bem como analisar o período de retorno do investimento. Os custos de energia considerados foram de acordo com as faturas energéticas do edifício que foram possíveis de analisar (Eletricidade = 0.11€/kWh, Gás Natural = 0.06€/kWh).

Os resultados relativos ao tempo de retorno do investimento foram analisados tendo em conta o período de vida dos equipamentos e do edifício.

### 4.3. Opção de projeto 1 – Otimização energética e económica

#### 4.3.1. Caracterização da solução proposta

Foram propostas várias medidas com vista à otimização energética e económica do edifício.

As medidas 1 e 2 centraram-se nos sistemas de produção de água gelada para climatização (chillers) pois os existentes apresentam eficiências baixas em comparação com os sistemas mais atuais. Foram solicitados às principais marcas fornecedores destes equipamentos propostas que fossem de encontro com a capacidade necessária para a climatização dos espaços baseado nos resultados do *software* de simulação dinâmica. Foi assim proposto que fossem instalados dois chillers de última geração com potências na ordem dos 350kW, sendo a carga máxima necessária para o edifício tendo em conta as condições introduzidas no modelo é na ordem dos 600 kW.

Das propostas obtidas foram selecionadas duas opções, uma em que a passa pela substituição dos atuais chillers água-água e outra que passaria para um sistema água-ar.



As características dos equipamentos selecionados estão na tabela seguinte:

**Tabela 18** - Características dos chillers selecionados

	<b>Medida 1 - Chillers água-água</b>	<b>Medida 2 - Chillers água-ar</b>
<b>Equipamento</b>	Dois equipamentos DAIKIN, modelo EWWD430FZXS (anexo I)	Dois equipamentos DAIKIN, modelos EWAD345TZPR e EWAD380TZPR (anexo II)
<b>Capacidade</b>	2 x 349 kW	348kW e 377kW
<b>EER</b>	5.72	5.46 e 5.30
<b>Custo total de investimento</b>	181384 €	187487 €

A medida 3 visou os sistemas de bombagem, nomeadamente as bombas do circuito das torres de arrefecimento. Este circuito funciona em regime de caudal constante. Assim foi estudada a aplicação de variadores eletrónicos de velocidade em função da carga térmica. De acordo com a informação obtida a aplicação destes equipamentos tem o valor unitário na ordem dos 3000€.

A medida 4 centrou-se na iluminação (Tabela 19). Embora os sistemas de iluminação com mais utilização anual já estivessem providenciados de soluções bastante eficientes foram estudadas as opções mais eficientes para os espaços que ainda apresentavam sistemas de iluminação menos eficientes.

**Tabela 19** - Medidas ao nível da iluminação

<b>Tipo de lâmpada existente</b>	<b>Tipo de lâmpada proposta eficiente*</b>
Fluorescente Tubular T5 35W	Master LEDtube 24W
Fluorescente Tubular T5 28W	Master LEDtube 16W
Fluorescente Tubular T5 14W	Master LEDtube 10W
Fluorescente Tubular T8 36W	Master LEDtube 16W
Fluorescente Tubular T8 54W	Master LEDtube 24W
Fluorescente Tubular T8 18W	Master LEDtube 10W
Halógeno 20W	Master LEDspot 4W

\*Características das lâmpadas no anexo III

A medida 5 prendeu-se com a instalação de um sistema de produção de energia elétrica através da instalação de painéis fotovoltaicos na área da cobertura disponível do piso 16 e do piso 3. As características do painel selecionado encontram-se no anexo IV.

### 4.3.2. Indicadores de desempenho energético e económico

As medidas 1 e 2 diferem no tipo de equipamento considerado. A primeira foi relativa á alteração para chillers arrefecidos a água de melhor eficiência, e a segunda para chillers arrefecidos a ar.

A alteração para chillers de elevada eficiência arrefecidos a água traduz-se na redução em mais de 60% da parcela referente ao consumo energético associado ao arrefecimento (Tabela 20). No total dos consumos do edifício esta redução representa 4%.

A redução energética apresentada traduz-se na poupança anual de cerca de 18000€, o que tendo em conta o investimento inicial resulta num tempo de retorno de cerca de 10 anos (Tabela 21).

**Tabela 20** - Resultados do consumo energético anual com Medida 1 (M1)

Tipo de consumo	kWh/ano	Diferenças
Aquecimento (Gás Natural)	710044	0%
Aquecimento (Eletricidade)	77	0%
Arrefecimento	105725	-61%
Ventilação associada à climatização	301006	0%
Bombagem associada à climatização	235264	0%
AQS	576620	0%
Iluminação	355509	0%
Ventilação não associada à climatização	197841	0%
Bombagem não associada à climatização	109531	0%
Equipamentos elétricos	673115	0%
Equipamentos a gás	240133	0%
Equipamentos de frio	63207	0%
Iluminação dedicada/ utilização pontual	49163	0%
Elevadores, escadas, tapetes rolantes	22163	0%
Iluminação exterior	16791	0%
Outros	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>3656190</b>	<b>-4%</b>

**Tabela 21** - Cálculo do período de retorno simples com M1

Medida	Investimento	Redução de custos anuais	Tempo de Retorno
<b>M1</b> – Substituição dos atuais chillers por equipamentos mais eficientes	181384 €	17982 €	10.09

A alteração para um sistema com chillers arrefecidos a ar de elevada eficiência traduz-se na redução em 30% da parcela referente ao consumo energético associado ao arrefecimento e de 47% ao nível dos sistemas de bombagem associados á climatização (Tabela 22). No total dos consumos do edifício esta redução representa 5%.

A redução energética apresentada traduz-se na poupança de cerca de 21000€, o que tendo em conta o investimento inicial resulta num tempo de retorno de cerca de 9 anos (Tabela 23).

**Tabela 22** - Resultados do consumo energético anual com Medida 2 (M2)

Tipo de consumo	kWh/ano	Diferenças
Aquecimento (Gás Natural)	710044	0%
Aquecimento (Eletricidade)	77	0%
Arrefecimento	189702	-30%
Ventilação associada à climatização	301006	0%
Bombagem associada à climatização	125287	-47%
AQS	576620	0%
Iluminação	355509	0%
Ventilação não associada à climatização	197841	0%
Bombagem não associada à climatização	109531	0%
Equipamentos elétricos	673115	0%
Equipamentos a gás	240133	0%
Equipamentos de frio	63207	0%
Iluminação dedicada/ utilização pontual	49163	0%
Elevadores, escadas, tapetes rolantes	22163	0%
Iluminação exterior	16791	0%
Outros	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>3630189</b>	<b>-5%</b>

**Tabela 23** - Cálculo do período de retorno simples com M2

Medida	Investimento	Redução de custos anuais	Tempo de Retorno
<b>M2</b> – Substituição dos atuais chillers por equipamentos mais eficientes e alteração para arrefecimento a ar	187487 €	20842 €	9.00

Foi estudada a instalação de variadores eletrónicos de velocidade no sistema de bombagem das torres de arrefecimento. Esta aplicação permite que o caudal seja regulados em função das necessidades térmicas das necessidades térmicas. Esta medida isolada permite a redução em 43%

dos consumos energéticos dos sistemas de bombagem associados à climatização, sendo que em termos totais do edifício representa 3% (Tabela 24).

Em relação ao período de retorno do investimento, este é inferior a um ano (Tabela 25).

**Tabela 24** - Resultados do consumo energético anual com Medida 3 (M3)

Tipo de consumo	kWh/ano	Diferenças
Aquecimento (Gás Natural)	710044	0%
Aquecimento (Eletricidade)	77	0%
Arrefecimento	269193	0%
Ventilação associada à climatização	301006	0%
Bombagem associada à climatização	134391	-43%
AQS	576620	0%
Iluminação	355509	0%
Ventilação não associada à climatização	197841	0%
Bombagem não associada à climatização	109531	0%
Equipamentos elétricos	673115	0%
Equipamentos a gás	240133	0%
Equipamentos de frio	63207	0%
Iluminação dedicada/ utilização pontual	49163	0%
Elevadores, escadas, tapetes rolantes	22163	0%
Iluminação exterior	16791	0%
Outros	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>3718785</b>	<b>-3%</b>

**Tabela 25** - Cálculo do período de retorno simples com M3

Medida	Investimento	Redução de custos anuais	Tempo de Retorno
<b>M3</b> – introdução de variadores eletrónicos de velocidade nas bombas do circuito de arrefecimento dos chillers	8500 €	11095 €	0.77

A substituição de todos os equipamentos de iluminação fluorescente tubular por LED traduziu-se na redução do consumo associado à iluminação em 19% e de 1% em relação ao arrefecimento (Tabela 26). Por outro lado conduziu ao aumento dos consumos associados ao aquecimento (mais 1% no caso dos espaços em que o sistema de climatização é servido pelas caldeiras e de mais 46% no caso dos espaços servidos de equipamentos de ar condicionado com aquecimento)

No total do edifício resultou numa redução de 2% do consumo que apresentou um período de retorno do investimento simples de pouco mais de 7 anos (Tabela 27).

**Tabela 26** - Resultados do consumo energético anual com Medida 4 (M4)

Tipo de consumo	kWh/ano	Diferenças
Aquecimento (Gás Natural)	719274	+1%
Aquecimento (Eletricidade)	112	+46%
Arrefecimento	267765	-1%
Ventilação associada à climatização	301006	0%
Bombagem associada à climatização	235264	0%
AQS	576620	0%
Iluminação	288316	-19%
Ventilação não associada à climatização	197841	0%
Bombagem não associada à climatização	109531	0%
Equipamentos elétricos	673115	0%
Equipamentos a gás	240133	0%
Equipamentos de frio	63207	0%
Iluminação dedicada/ utilização pontual	49163	0%
Elevadores, escadas, tapetes rolantes	22163	0%
Iluminação exterior	16791	0%
Outros	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>3760301</b>	<b>-2%</b>

**Tabela 27** - Cálculo do período de retorno simples com M4

Medida	Investimento	Redução de custos anuais	Tempo de Retorno
<b>M4</b> – Substituição dos sistemas de iluminação por equipamentos mais eficientes	50687 €	6990 €	7.25

Foi estudada a introdução de painéis fotovoltaicos na área disponível na cobertura do edifício no piso 3 e no piso superior.

Os resultados permitiram determinar energia possível de ser produzida desta forma tendo em conta os painéis fotovoltaicos selecionados.

A área disponível para instalação de painéis fotovoltaicos considerada foi de 780 m<sup>2</sup>, sendo que cada painel apresenta 1.6 m<sup>2</sup> foi apontada a instalação de 470 painéis, perfazendo uma área total de 752 m<sup>2</sup>. A produção desta instalação foi calculada com recurso ao *software* solterm, resultando em 140366 kWh/ano (inserido no apêndice F). A produção referida representa 6% do consumo de eletricidade do edifício, que corresponde a 4% do total energético do edifício (Tabela 28).

**Tabela 28** - Redução energética da rede com implementação da medida 5 (M5)

	Consumo total (kWh/ano)		
	Inicial	Melhoria	Diferença
<b>Eletricidade</b>	2292859	2152493	-6%
<b>Gás Natural</b>	1526798	1526798	0%
<b>TOTAL</b>	3819658	3679292	-4%

O custo do investimento desta medida foi calculado de acordo com os dados obtidos do custo unitário dos painéis escolhidos (Anexo IV).

A implementação da presente medida resulta num período de retorno do investimento simples de cerca de 8 anos (Tabela 29).

**Tabela 29** - Cálculo do período de retorno simples com M5

Medida	Investimento	Redução de custos anuais	Tempo de Retorno
<b>M5</b> – Instalação de painéis fotovoltaicos	120000 €	15440 €	7.8

A tabela seguinte (Tabela 30) demonstra as diferenças ao nível do consumo energético de para cada parâmetro obtidas nas simulações com a implementação de cada uma das medidas isoladamente.

**Tabela 30** - Tabela de resultados de M1, M2, M3 e M4

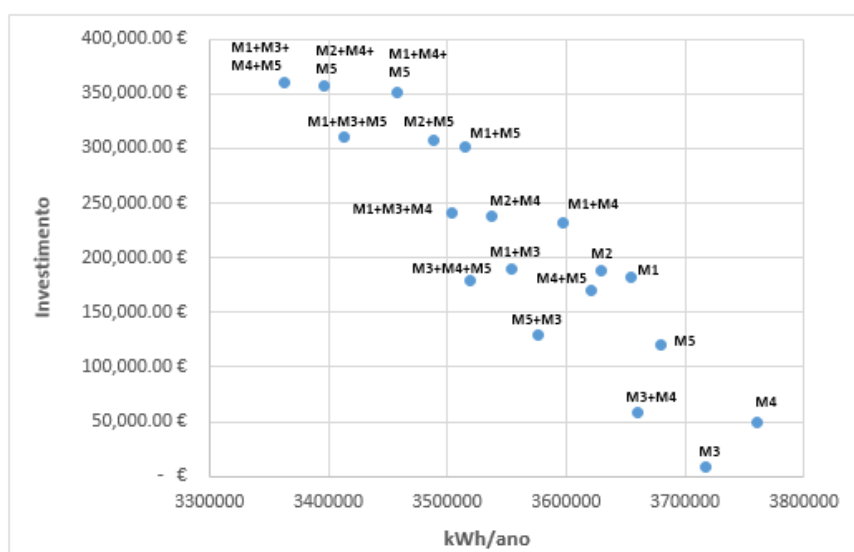
Tipo de consumo	kWh/ano (inicial)	Diferenças			
		M1	M2	M3	M4
Aquecimento (Gás Natural)	710044	0%	0%	0%	+1%
Aquecimento (Eletricidade)	77	0%	0%	0%	+46%
Arrefecimento	269193	-61%	-30%	0%	-1%
Ventilação associada à climatização	301006	0%	0%	0%	0%
Bombagem associada à climatização	235264	0%	-47%	-43%	0%
AQS	576620	0%	0%	0%	0%
Iluminação	355509	0%	0%	0%	-19%
Ventilação não associada à climatização	197841	0%	0%	0%	0%
Bombagem não associada à climatização	109531	0%	0%	0%	0%
Equipamentos elétricos	673115	0%	0%	0%	0%
Equipamentos a gás	240133	0%	0%	0%	0%
Equipamentos de frio	63207	0%	0%	0%	0%
Iluminação dedicada/ utilização pontual	49163	0%	0%	0%	0%
Elevadores, escadas, tapetes rolantes	22163	0%	0%	0%	0%
Iluminação exterior	16791	0%	0%	0%	0%
Outros	0	0%	0%	0%	0%
<b>TOTAL</b>	<b>3819658</b>	<b>-4%</b>	<b>-5%</b>	<b>-3%</b>	<b>-2%</b>

Posteriormente realizou-se o estudo com a conjugação de todas estas medidas de forma a verificar qual a solução ótima tendo em conta a redução energética e a poupança económica.

Na Figura 14 está demonstrado o consumo energético (kWh/ano) do edifício em função das medidas implementadas, estando presentes os resultados das medidas isoladas e conjugadas entre elas (sempre que possível do ponto de vista técnico).

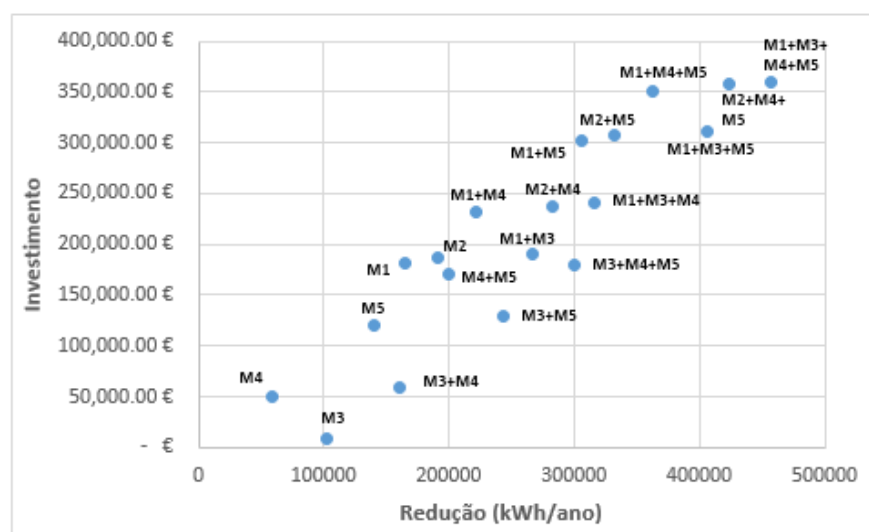
De uma forma geral um maior investimento conduziu a uma redução superior em termos de consumo energético anual. As medidas que possibilitaram a maior redução energética passaram pela implementação das medidas em simultâneo que podem ser por duas vias, uma em que os chillers são substituídos por um sistema semelhante ao existente mas mais eficiente e outro em que se altera para chillers arrefecidos a ar.

A conjugação de medidas que possibilitou a maior redução energética passou pela substituição dos atuais chillers, instalação de variação de velocidade no circuito de arrefecimento destes equipamentos (torres de arrefecimento), iluminação mais eficiente e introdução de painéis fotovoltaicos na área de cobertura disponível.



**Figura 14** - Consumo energético em função do investimento realizado em medidas de melhoria

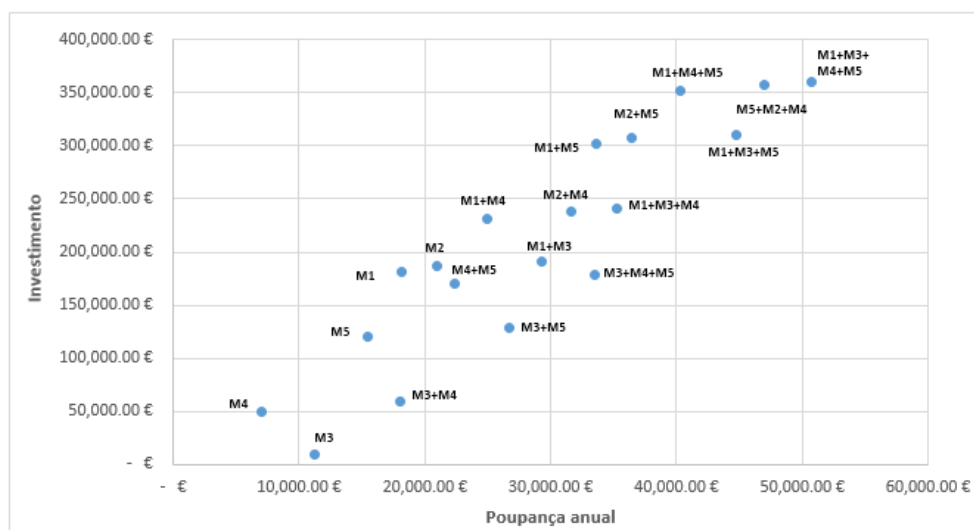
A Figura 15 representa a redução energética em função do investimento realizado em cada medida. É possível verificar que as medidas apresentadas podem conduzir a uma redução energética anual na ordem dos 450000 kWh.



**Figura 15** - Redução energética em função do investimento realizado

Na Figura 16 pode-se observar os valores anuais de poupança associado aos custos energéticos que se pode obter com cada medida e com a conjugação das mesmas entre si. De acordo com as medidas propostas as reduções económicas anuais podem ultrapassar os 50000€.

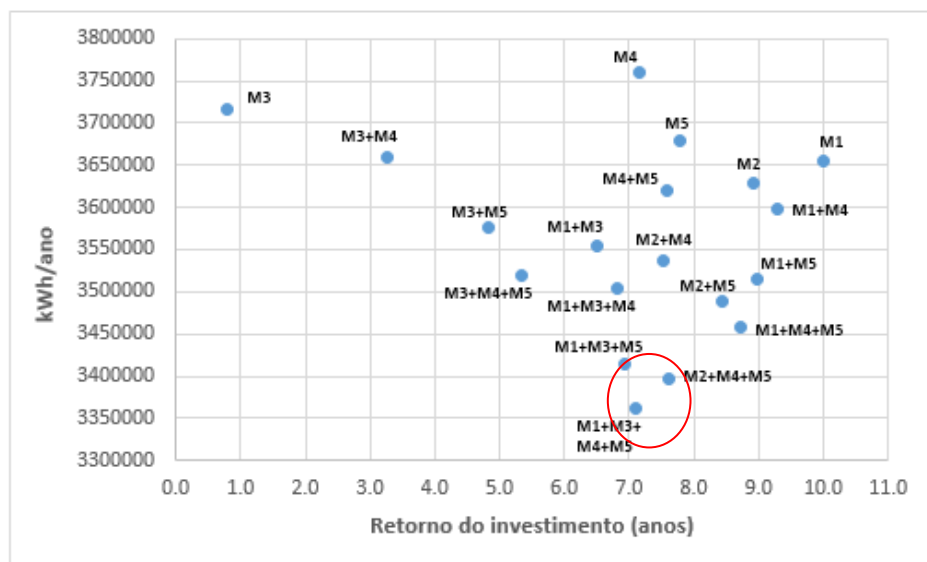




**Figura 16** - Poupança anual obtida em função do investimento realizado em medidas de melhoria

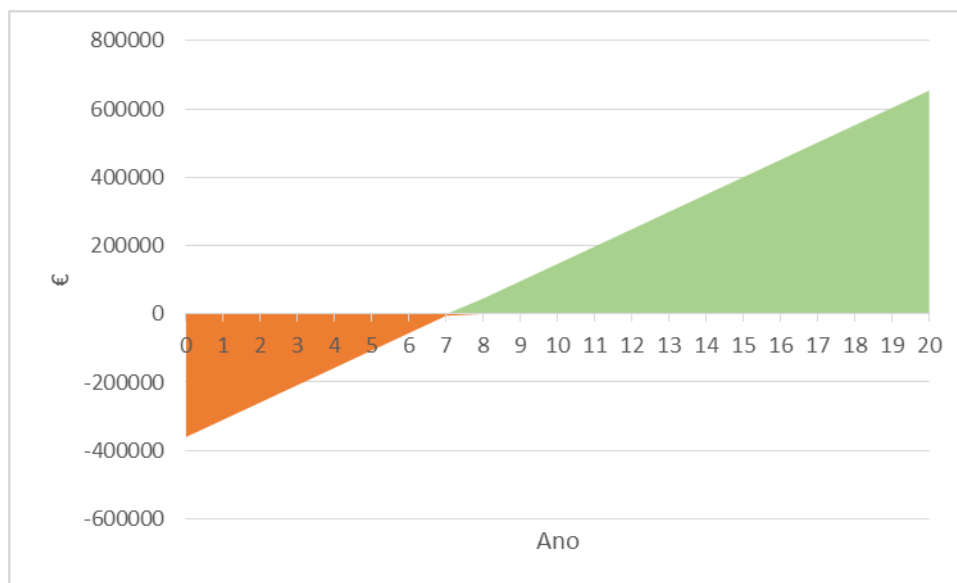
Na Figura 17 é possível verificar o tempo de retorno do investimento de cada proposta isolada e conjugadas entre si. Verificam-se que existem duas opções que reduzem substancialmente o consumo energético anual e apresentam períodos de retorno do investimento atrativos (entre os 7 e os 8 anos).

A opção que se revela mais atrativa condiz com aquela que apresenta a maior redução energética, pois apresenta um período de retorno do investimento de pouco mais de 7 anos.



**Figura 17** - Retorno de investimento Simples e consumo energético anual para cada proposta

Tendo em conta um período de vida do edifício de 20 anos antes de sofrer um novo processo de reabilitação, a poupança total atingida com a introdução das medidas 1, 3, 4 e 5 é na ordem dos 650000€ (Figura 18).



**Figura 18** – Poupança económica num período de 20 anos (M1+M3+M4+M5)

#### 4.4. Opção de projeto 2 – Solução NZEB

De forma a dar continuidade ao processo de reabilitação para atingir os níveis de NZEB definidos, e estando as principais medidas de eficiência energética propostas, avançou-se para melhorias ao nível da produção de energia através de fontes renováveis no edifício.

As medidas propostas centraram-se nas caldeiras a gás natural que são responsáveis pela produção de energia térmica para produção de AQS e climatização, passando para sistemas que façam uso de biomassa, e na instalação de painéis fotovoltaicos nas fachadas Sul, Este e Oeste dos pisos de quartos.

##### 4.4.1. Caracterização da solução proposta

A medida 6 (M6) consistiu na substituição de uma das caldeiras a gás natural para uma caldeira a biomassa.

De acordo com o valor obtido no *software* de simulação, a capacidade necessária para suprir o pico das necessidades de aquecimento é na ordem dos 1000kW. Desta forma, tendo em conta que estão instaladas duas caldeiras a gás natural de 1800 kW que não funcionam em simultâneo propôs-se a alteração de uma das caldeiras para um sistema a biomassa, mantendo-se instalada uma das caldeiras a gás natural como solução de recurso.

De acordo com os valores de catálogo o investimento num sistema deste género resulta num valor a rondar os 85000€. (anexo V)

A instalação de uma caldeira a biomassa para preparação de AQS e climatização resulta no aumento do consumo energético associado a estas parcelas em cerca de 12%, representando no total um aumento de 4% (Tabela 31). Este aumento do consumo energético é motivado pela eficiência do equipamento que é inferior ao instalado (de 94.8% para 85%).

Em termos dos custos associados ao consumo energético anual, com esta alteração poderão ser poupados cerca de 5000€, isto porque o preço do kWh para o tipo de combustível (Biomassa = 0,05€/kWh) do novo equipamento é inferior ao do instalado presentemente (Tabela 32).

**Tabela 31** - Resultados do consumo energético anual com Medida 6 (M6)

Tipo de consumo	kWh/ano	Diferenças
Aquecimento (Gás Natural)	791073	+11%
Aquecimento (Eletricidade)	77	0%
Arrefecimento	269193	0%
Ventilação associada à climatização	301006	0%
Bombagem associada à climatização	235264	0%
AQS	643101	+12%
Iluminação	355509	0%
Ventilação não associada à climatização	197841	0%
Bombagem não associada à climatização	109531	0%
Equipamentos elétricos	673115	0%
Equipamentos a gás	240133	0%
Equipamentos de frio	63207	0%
Iluminação dedicada/ utilização pontual	49163	0%
Elevadores, escadas, tapetes rolantes	22163	0%
Iluminação exterior	16791	0%
Outros	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>3967167</b>	<b>+4%</b>

**Tabela 32** - Cálculo do período de retorno simples com M6

Medida	Investimento	Redução de custos anuais	Tempo de Retorno
<b>M6</b> – Caldeira a Biomassa	85234 €	5491 €	15.52

A medida 7 consistiu na introdução de painéis fotovoltaicos nas fachadas Sul, Este e Oeste dos pisos de quartos, sendo que os painéis são os mesmos que foram referidos na medida 5 dado que podem ser montados na vertical.

Foi simulado o valor de energia produzida através da instalação de painéis fotovoltaicos nas fachadas Sul, Este e Oeste do edifício de acordo com a área opaca disponível.

Esta instalação permite a produção de 241665 kWh/ano, que corresponde a 11% do consumo de energia elétrica e 6% do total energético (Tabela 33).

Esta instalação representa um custo total na ordem dos 444000€, o que tendo em conta a redução anual de perto de 27000€ na fatura energética resulta num tempo de retorno do investimento simples superior a 16 anos (Tabela 34).

**Tabela 33** - Produção anual dos painéis fotovoltaicos instalados nas fachadas M7

Fachada	Área Disponível	Painéis previstos	Área total dos painéis (m <sup>2</sup> )	Produção anual kWh
Sul	749.1	440	721.6	87555
Este	1136.52	660	1082.4	78515
Oeste	1098.46	660	1082.4	75595
<b>TOTAL</b>	<b>2984.08</b>	<b>1760</b>	<b>2886.4</b>	<b>241665</b>

**Tabela 34** - Cálculo do período de retorno simples com M7

Medida	Investimento	Redução de custos anuais	Tempo de Retorno
<b>M7</b> – Introdução de painéis fotovoltaicos nas fachadas Sul, Este e Oeste	443520 €	26583 €	16.68

#### 4.4.2. Indicadores de desempenho energético e económico

O conjunto das medidas que visam que o edifício apresente valores de consumo energético de acordo com os pressupostos NZEB engloba o conjunto de medidas mais eficientes obtidas na proposta inicial (M1 + M3 + M4 + M5) e as medidas ao nível da instalação de painéis fotovoltaicos na fachada dos pisos de quartos e instalação de caldeira a biomassa (M6 e M7).

O consumo energético anual do edifício foi reduzido em 8% com a aplicação de todas estas medidas, no entanto a fração renovável passou de 0% para 50% (Tabela 36). Comparando o consumo de energia inicial e o consumo com as medidas implementadas, considerando a produção de energia através de fontes renováveis, a redução verificada foi de 52%.

**Tabela 35** - Resultados do consumo energético anual por utilização com a opção NZEB (M1+M3+M4+M5+M6+M7)

Tipo de consumo	kWh/ano	Diferenças
Aquecimento (Gás Natural)	719274	+1%
Aquecimento (Eletricidade)	112	+46%
Arrefecimento	104983	-61%
Ventilação associada à climatização	301006	0%
Bombagem associada à climatização	140693	-40%
AQS	576620	0%
Iluminação	288246	-19%
Ventilação não associada à climatização	197841	0%
Bombagem não associada à climatização	109531	0%
Equipamentos elétricos	673115	0%
Equipamentos a gás	240133	0%
Equipamentos de frio	63207	0%
Iluminação dedicada/ utilização pontual	49163	0%
Elevadores, escadas, tapetes rolantes	22163	0%
Iluminação exterior	16791	0%
Outros	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>3502878</b>	<b>-8%</b>

**Tabela 36** - Resultados do consumo energético anual com a opção NZEB

	Consumo total (kWh/ano)		
	Inicial	Melhoria	Diferença
<b>Eletricidade</b>	2292859	1584820	-31%
<b>Gás Natural</b>	1526798	240133	-84%
<b>BIOMASSA</b>	0	1444457	+100%
<b>SOLAR</b>	0	382031	+100%
<b>TOTAL</b>	3819658	3651441	-4%
<b>Fração Renovável</b>	0%	50%	-

De acordo com o especificado na bibliografia, para que o edifício seja classificado como NZEB tem de apresentar um consumo de energia primária inferior a 95 kWhEP/(m<sup>2</sup>.ano). De acordo com os pressupostos de cálculo referido inicialmente, com a conjugação das medidas apresentadas o edifício apresenta um valor de 58.74 kWhEP/(m<sup>2</sup>.ano) validando assim a proposta (Tabela 37).

**Tabela 37** - Consumos de energia primária<sup>1</sup> com a opção NZEB

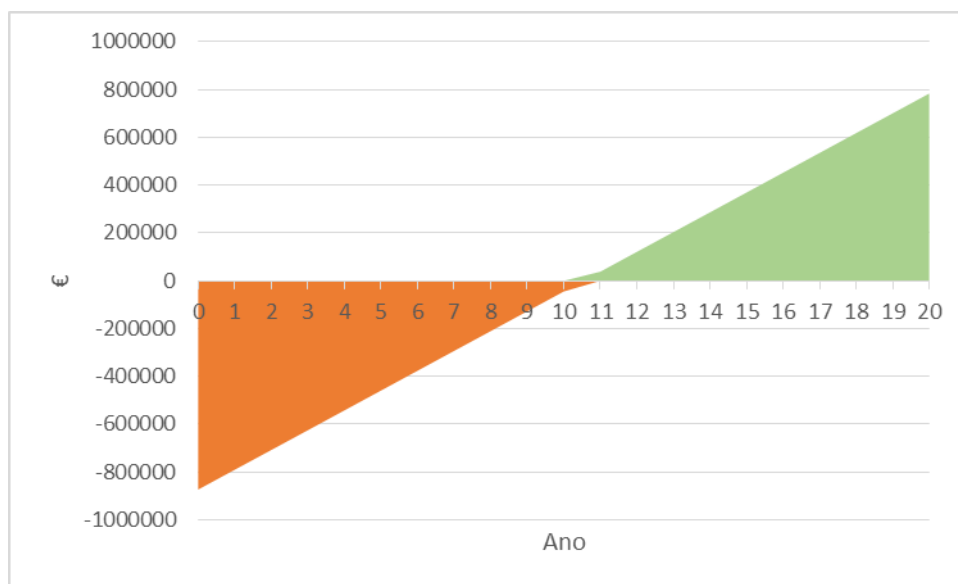
	Consumo kWh_EP/ano	Consumo kWh_EP/(m <sup>2</sup> .ano)
Eletricidade	3962050	205.50
Gás Natural	240133	12.46
Renovável	2399534	124.46
<b>TOTAL</b>	<b>6601718</b>	<b>342.41</b>
<b>TOTAL NZEB</b>	<b>1132524</b>	<b>58.74</b>

O conjunto de medidas que referidas traduz-se num investimento total de perto de 900000€ com um período de retorno do investimento entre os 10 e os 11 anos (Tabela 38).

**Tabela 38** - Cálculo do período de retorno simples com solução NZEB

Medida	Investimento	Redução de custos anuais	Tempo de Retorno
Solução NZEB	873298 €	82861 €	10.54

Tendo em conta um período de vida do edifício de 20 anos antes de sofrer um novo processo de reabilitação, a poupança total atingida com a introdução das medidas 1, 3, 4 e 5, 6 e 7 é na ordem dos 800000€ (Figura 19).

**Figura 19** - Poupança económica num período de 20 anos (M1+M3+M4+M5+M6+M7)

<sup>1</sup> Fatores de conversão de: 2,5 kWh<sub>EP</sub>/kWh para eletricidade de origem renovável ou não renovável; 1 kWh<sub>EP</sub>/kWh para combustíveis sólidos, líquidos e gasosos não renováveis; 1 kWh<sub>EP</sub>/kWh para energia térmica de origem renovável [13]

#### 4.5. Análise comparativa das opções de projeto testadas

Comparando as duas propostas de reabilitação verificou-se que a solução 1 apresenta-se como a mais económica apresentando uma redução do consumo de energia primária num contexto NZEB na ordem dos 25%, enquanto que na solução NZEB essa redução é de 73% (Tabela 39). A fração de energia associada à produção através de fontes renováveis também apresenta bastantes diferenças (na opção 1 é de 7.28 kWh/(m<sup>2</sup>.ano) e na opção NZEB é de 94.7 kWh/(m<sup>2</sup>.ano)).

A opção 1 permite uma redução na ordem dos 15% de emissões de CO<sub>2</sub> anuais, o que corresponde a 166 toneladas. No caso da opção NZEB esta redução é de 45%, correspondendo a 515 toneladas.

**Tabela 39 - Resultados das duas propostas de Reabilitação**

Tipo de consumo	kWh/ano	Solução 1		Solução NZEB	
		kWh/ano	diferença	kWh/ano	diferença
Aquecimento (Gás Natural)	710044	719274	+1%	801355	+13%
Aquecimento (Eletricidade)	77	112	+46%	112	+46%
Arrefecimento	269193	104983	-61%	104983	-61%
Ventilação associada à climatização	301006	301006	0%	301006	0%
Bombagem associada à climatização	235264	140693	-40%	140693	-40%
AQS	576620	576620	0%	643101	+12%
Iluminação	355509	288246	-19%	288246	-19%
Ventilação não associada à climatização	197841	197841	0%	197841	0%
Bombagem não associada à climatização	109531	109531	0%	109531	0%
Equipamentos elétricos	673115	673115	0%	673115	0%
Equipamentos a gás	240133	240133	0%	240133	0%
Equipamentos de frio	63207	63207	0%	63207	0%
Iluminação dedicada/ utilização pontual	49163	49163	0%	49163	0%
Elevadores, escadas, tapetes rolantes	22163	22163	0%	22163	0%
Iluminação exterior	16791	16791	0%	16791	0%
Outros	0	0	0%	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>3819658</b>	<b>3502878</b>	<b>-8%</b>	<b>3651441</b>	<b>-4%</b>
Consumo por unidade de área (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	198.12	181.68	-8%	189.39	-4%
Investimento (€/m <sup>2</sup> )	0	18.69 €	-	45.30 €	-
Renovável (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	0	7.28	-	94.7	-
Consumo como NZEB (kWh_EP/(m <sup>2</sup> .ano))	217.29	162.21	-25%	58.74	-73%
Emissões de CO <sub>2</sub> (ton/ano) <sup>2</sup>	1133.84	967.81	-15%	619.04	-45%

<sup>2</sup> Fatores de conversão de: 0.144 kgCO<sub>2</sub>/kWh<sub>EP</sub> para eletricidade; 0.202 kgCO<sub>2</sub>/kWh<sub>EP</sub> para gás natural; 0.0 kgCO<sub>2</sub>/kWh<sub>EP</sub> para renovável [13].

#### ***4.6. Síntese do capítulo***

O presente capítulo consistiu no estudo energético e económico das várias melhorias de eficiência energética propostas de forma isolada e conjugadas entre si. Numa primeira fase foi estudado um conjunto de medidas que permitiram reduzir o consumo energético e que apresentavam um tempo de retorno do investimento aceitável.

A primeira opção do projeto engloba a alteração para chillers do tipo água-água com melhor eficiência, variação de velocidade no circuito de arrefecimento, iluminação mais eficiente, e instalação de painéis fotovoltaicos. Esta opção permitiu reduzir o total de consumo energético do edifício em 8% apresentando um tempo de retorno do investimento na ordem dos 7 anos.

A opção relativa ao conceito de NZEB foi composta pelas medidas da opção um, a introdução de painéis fotovoltaicos nas fachadas e a instalação de uma caldeira a biomassa. Esta opção reduziu o consumo energético total em 4%, no entanto contabilizando a produção de energia renovável fotovoltaica a redução foi de 14%, sendo que a fração total de energia renovável é de 50%.

De acordo com o conceito de NZEB definido para este projeto, o consumo de energia primária anual por unidade de área relativo às parcelas de arrefecimento, aquecimento, ventilação e sistemas de bombagem associados à climatização, AQS e iluminação interior subtraindo a fração renovável é de 58 kWhEP/(m<sup>2</sup>.ano).

O valor obtido num contexto NZEB é inferior ao limite imposto para edifícios hoteleiro na zona considerada, permitindo validar esta opção.



## 5. Conclusões

### 5.1. Sumário

O projeto apresentado permitiu reconhecer a importância das ferramentas de simulação energética de edifícios num processo de reabilitação energética. Os resultados obtidos permitiram definir duas opções de projeto, uma num carácter mais atrativo em termos de investimento inicial e período de retorno do investimento e outra com investimento mais avultado e maior período de retorno do mesmo mas com o objetivo de conferir ao edifício a designação de NZEB.

A priorização de passos a seguir num processo de reabilitação energética para um edifício semelhante ao apresentado começa como uma avaliação dos níveis de isolamento da envolvente de forma a verificar se estão de acordo com o local, seguindo uma análise dos principais equipamentos de aquecimento e arrefecimento e sistemas associados de bombagem e ventilação. Numa segunda fase analisar os sistemas de iluminação e, numa última fase, intervir ao nível dos equipamentos elétricos e a gás.

### 5.2. Principais conclusões do projeto

O setor dos edifícios representa uma parcela significativa do consumo energético da UE, sendo portanto importante intervir em medidas que visem a diminuição do consumo energético neste setor.

Os edifícios existentes representam um grande potencial para a intervenção ao nível da reabilitação energética, nomeadamente os grandes edifícios de serviços.

A ferramenta de simulação dinâmica foi essencial para o estudo dos impactos das medidas que foram apresentadas, traduzindo-se numa etapa essencial num processo de reabilitação energética de um grande edifício de serviços.

As melhorias apresentadas no projeto de reabilitação energética do edifício do Hotel Tiara Park Atlantic Porto resultaram em duas opções. A primeira opção procurou apresentar um conjunto de medidas que resultassem num investimento mais reduzido com um período de retorno atrativo. A segunda opção foi constituída por um conjunto de medidas que conduzissem o edifício para os níveis de edifícios de balanço quase zero no setor hoteleiro de acordo com a definição apresentada.

As medidas apresentadas na opção 1 prendem-se com a substituição dos atuais chillers água-água, introdução de variação de velocidade nas bombas das torres de arrefecimento, alteração da iluminação em determinadas zonas e instalação de painéis fotovoltaicos na cobertura. A opção 2 (NZEB), para além das medidas da opção 1, foi constituída pela introdução de uma caldeira a biomassa e painéis fotovoltaicos nas fachadas dos pisos de quartos.

A primeira opção assumiu-se como a mais viável no contexto económico, no entanto em termos ambientais a opção NZEB apresentou os resultados mais positivos. Com as medidas implementadas na opção NZEB as emissões anuais de CO<sub>2</sub> associadas ao consumo energético do edifício reduzem em 45%, o que equivale a um valor superior a 500 toneladas.

De acordo com o consumo de energia primária ao nível da climatização e sistemas associados e iluminação que resultou das medidas implementadas na segunda opção, foi validado o projeto como NZEB. O valor obtido foi de 58.74 kWhEP/(m<sup>2</sup>.ano), inferior ao valor limite de 95 kWhEP/(m<sup>2</sup>.ano).

O método utilizado revelou-se adequado ao projeto elaborado, sendo que foi possível concluir que os pontos iniciais num processo de reabilitação no grande edifício hoteleiro começam pela avaliação da qualidade em termos térmicos da sua envolvente opaca e dos vãos envidraçados de forma a verificar se estão adequados às condições do local onde se situa o edifício. Em paralelo com a envolvente devem ser avaliados os grandes consumidores ao nível da produção de energia térmica (aquecimento e arrefecimento) de forma a verificar se a eficiência dos equipamentos está muito abaixo das melhores tecnologias disponíveis, e assim propor a sua substituição. Associados a estes últimos segue-se uma análise dos sistemas de bombagem e ventilação de forma a avaliar a introdução de equipamentos que permitam reduzir o consumo dos existentes e/ou considerar a sua alteração para equipamentos com níveis de eficiência mais elevados. Numa fase seguinte, que por vezes até poderá ser aquela que a intervenção é mais rápida face a investimentos mais baixos e tempos de retorno de investimento mais atrativos, surgem os sistemas de iluminação, pois neste tipo de edifícios existem várias zonas onde a iluminação está em funcionamento durante um largo período diário. Por fim os equipamentos elétricos e a gás também devem ser avaliados, no entanto os principais consumidores neste parâmetro são os equipamentos da Cozinha, sendo por isso um processo mais gradual em que conforme os equipamentos se vão desgastando se deverão adquirir os equipamentos mais eficientes adequados ao tipo de utilização.

De uma forma geral maiores investimentos levaram a maiores poupanças ao nível do consumo energético. No processo de reabilitação energética e edifícios a escolha da proposta deve ter assente estes dois aspetos e, naturalmente, o período de retorno do investimento realizado.

A decisão por parte dos proprietários terá que passar obrigatoriamente por um estudo adicional em relação aos ganhos em termos de publicidade, e procura da parte dos utilizadores por edifícios hoteleiros com níveis de eficiência energética elevados e com designação NZEB.

### *5.3. Propostas de trabalho futuro*

Como considerações a nível de trabalho futuro, dado a especificidade do edifício (hotelaria) é necessários averiguar de uma forma aprofundada o impacto destas alterações ao nível da procura por parte dos clientes.

As propostas foram baseadas em manter o máximo possível os sistemas existentes de forma ao investimento não resultar em valores demasiado elevados. Como proposta futura deverá ser analisado todo o sistema de AVAC de forma a aproveitar o máximo o ar interior climatizado, fazendo recuperação do mesmo de acordo, por exemplo, com os níveis de CO<sub>2</sub> e das temperaturas internas. Em simultâneo com esta medida poderão ser instalados variadores eletrónicos de velocidade nas unidades de tratamento de ar e instalação de um sistema de gestão técnica de energia.

Ao nível das soluções construtivas e vãos envidraçados poder-se-á analisar aprofundadamente os níveis de isolamento térmico de forma a determinar um ponto ótimo. Ao nível dos fatores solares dos vãos envidraçados e sistemas de sombreamento deverão ser estudadas as melhores alternativas, bem como o impacto visual das mesmas junto dos utilizadores.

O conceito geral de NZEB terá ainda de ser alvo de revisão de forma a poder ser atingida uma definição geral sem margem para interpretações diferentes.

Os resultados da simulação dinâmica ao nível dos consumos energético para climatização estão muito dependentes do ficheiro climático associado, que é baseado num histórico de 30 anos, por isso para maior controlo dos níveis de poupança há que monitorizar o consumo energético dos novos equipamentos em paralelo com as temperaturas do local específico de forma a avaliar com mais certeza as poupanças reais.

## 6. Bibliografia

- [1] Edenhofer, O., Ramón, P., Sokona, Y. (2011), “*Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation*”. Intergovernmental Panel on Climate Change.
- [2] Bernstein, L., Bosch, P., Canziani, O., et al. (2007) “*Climate Change 2007: Synthesis Report*”.
- [3] “*EU energy in figures – Statistical Pocketbook 2014*” acedido em 10 de Setembro de 2014 em: [http://ec.europa.eu/energy/publications/doc/2014\\_pocketbook.pdf](http://ec.europa.eu/energy/publications/doc/2014_pocketbook.pdf)
- [4] Nik, V. M., Kalagasidis, A. S., “Impact study of the climate change on the energy performance of the building stock in Stockholm considering four climate uncertainties”. *Building and Environment*., vol. 60, pp. 291-304, Nov. 2012
- [5] Dascalaki, E. G., Balaras, C. A., Gaglia, A.G., Droutsas, K. G., Kontoyiannidis, S., “Energy performance of buildings — EPBD in Greece”. *Energy Policy*., vol. 45, pp. 469-477, Apr. 2012
- [6] Chantrelle, F. P., Lahmidi, H., et al., “Development of a multicriteria tool for optimizing the renovation of buildings”. *Applied Energy*., vol. 88, pp. 1386-1394, Nov. 2010
- [7] Yin, H., Menzel, K., “Decision Support Model For Building Renovation Strategies”. *Applied Energy*., vol. 76, pp. 269-276, 2011
- [8] Murray, S. N., Wash, B. P., et al. “Multi-variable optimization of thermal energy efficiency retrofitting of buildings using static modelling and genetic algorithms e A case study”. *Building and Environment*., vol. 75, pp. 98-107, Jan. 2014
- [9] Li, D., Liu, Y., Lam, J., “Zero energy buildings and sustainable development implications - A review”. *Energy*., vol. 54, pp. 1-10, Jan. 2013
- [10] Zografaki, N., Gillas, K., et al., “Assessment of practices and technologies of energy saving and renewable energy sources in hotels in Crete”. *Renewable Energy*., vol. 36, pp. 1323-1328, Nov. 2010
- [11] “Directive 2010/31/EU. Official Journal of the European Union” L 153 (19-05-2010), 2010, pp. 13-35
- [12] Desideri, U., Arcioni, L., et al., “Design of a multipurpose “zero energy consumption” building according to European Directive 2010/31/EU: Architectural and technical plants solutions”. *Energy*., vol. 58, pp. 157-167, 2013
- [13] “Decreto-Lei n.º 118/2013. D.R. Série A” 159 (20-08-2013), 2013, pp. 4988–5005

- [14] Crawley, D., Handl, J., et al., "Contrasting the capabilities of building energy performance simulation programs". *Building and Environment.*, vol. 43, pp. 661-673, 2008
- [15] TRACE 700 User's Manual
- [16] Turhan, C., Kazanasmaz, T., et al., "Comparative study of a building energy performance software (KEP-IYTE-ESS) and ANN-based building heat load estimation". *Energy and Buildings.*, vol. 85, pp. 115-125, Sep. 2014
- [17] Martínez, M., Arbizu, M., Gómez, C., "Simulation and evaluation of Building Information Modeling in a real pilot site". *Applied Energy.*, vol. 114, pp. 475-484, Oct. 2013
- [18] Tsoutsos, T., Tournaki, S., Santos, C., Vercellotti, R., "Nearly Zero Energy Buildings Application in Mediterranean hotels". *Energy Procedia.*, vol. 42, pp. 230-238, 2013
- [19] "Towards nearly zero-energy buildings Definition of common principles under the EPBD Final report" acedido em 5 de Julho de 2014 em: [http://ec.europa.eu/energy/efficiency/buildings/doc/nzeb\\_full\\_report.pdf](http://ec.europa.eu/energy/efficiency/buildings/doc/nzeb_full_report.pdf)
- [20] Marszal, A., Heiselberg, P., et al., "Zero Energy Building – A review of definitions and calculation methodologies". *Energy and Buildings.*, vol. 43, pp. 971-979, Dec. 2010
- [21] Attia, S., Gratia, E., Herde, A., Hensen, J., "Simulation-based decision support tool for early stages of zero-energy building design". *Energy and Buildings.*, vol.49, pp. 2-15, Jan. 2012
- [22] Nguyen, A., Reiter, S., Rigo, P., "A review on simulation-based optimization methods applied to building performance analysis". *Applied Energy.*, vol. 113, pp. 1043-1048, Sept. 2013
- [23] Capeluto, I., Ochoa, C., "Simulation-based method to determine climatic energy strategies of an adaptable building retrofit façade system". *Energy.*, vol. 76, pp. 375-384, Sept. 2014
- [24] Guçyeter, B., Gunaydin, H., "Optimization of an envelope retrofit strategy for an existing office building". *Energy and Buildings.*, vol. 55, pp. 647-659, Sep. 2012
- [25] Ferrara, M., Fabrizio, E., et al., "A simulation-based optimization method for cost –optimal analysis of nearly Zero Energy Buildings". *Energy and Buildings.*, vol. 84, pp. 442-457, Aug. 2014
- [26] Salom, J., Marszal, A., et al., "Analysis of load match and grid interaction indicators in net zero energy buildings with simulated and monitored data". *Applied Energy.*, vol. 136, pp. 119-131, Sep. 2014
- [27] Buso, T., Stefano, C., et al., "Nearly Zero Energy hotels (NEZEH)". *REHVA Journal.*, pp. 7-11, Jan. 2014

## Apêndices

### Apêndice A – Levantamento da Iluminação

**Tabela 40** - Identificação dos sistemas de iluminação

ID	Descrição	Pot. Unit. W	Quant	Pot Tot. W
I1	Fluorescente Tubular T5 35W	35	119	4165
I2	Fluorescente Tubular T5 28W	28	357	9996
I3	Fluorescente Tubular T5 14W	14	159	2226
I4	Fluorescente Tubular T8 36W	36	75	2700
I5	LED 3W	3	998	2994
I6	Fluorescente Compacta 11W	11	849	9339
I7	Fluorescente Compacta 20W	20	18	360
I8	Fluorescente Tubular T8 54W	54	62	3348
I9	Fluorescente Compacta 13W	13	15	195
I10	Fluorescente Tubular T8 8W	8	25	200
I11	Fluorescente Tubular T8 18W	18	72	1296
I12	Halogéneo 20W	20	386	7720
I13	Fluorescente Compacta 18W	18	177	3186
I14	LED Tube 23W	23	46	1058
I15	LED 4W	4	484	1936
I16	LED 5.5W	5,5	968	5324
I17	Halogéneo 100W	100	484	48400
I18	LED 2W	2	1265	2530
I19	LED 10W	10	19	190

**Tabela 41 - Iluminação por espaço (Piso -2)**

Zona		Area	Iluminação																			Total	Dens.
			I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	I10	I11	I12	I13	I14	I15	I16	I17	I18	I19		
		m2	35	28	14	36	3	11	20	54	13	8	18	20	18	23	4	5,5	100	2	10		W
-2	ESTACIONAMENTO -2	855,49	68																			2380	2,78
	ESCRITORIOS DEP. TECNICO	54,02		7	16																	420	7,77
	ARRUMOS	10,93	2																			70	6,4
	WC SERVIÇO -2	3,11		1																		28	9
	SERRALHARIA	19,22			10																	140	7,28
	ZONA DE APOIO	28,45		2																		56	1,97
	CHILLER + BOMBA	174,41	22																			770	4,41
	TRATAMENTO DE AGUA	35,17		2																		56	1,59
	CALDEIRAS	139,64	6																			210	1,5
	SALA DEPOSITOS	68,02		3																		84	1,23
	CIRCULAÇÃO ESTACIONAMENTO	10,03		2																		56	5,58
	ELEVADORES																						
	ELEVADORES	29,29																				0	0
	ESCADAS SUL	8,45		2																		56	6,63
	ESCADAS CENTRO EDIFICIO	30,37		2																		56	1,84
	ESCADAS NORTE	34,45		2																		56	1,63
	DEPOSITOS AGUA	94,26		9																		252	2,67
CIRCULAÇÃO -2	123,06	10																			350	2,84	

**Tabela 42 - Iluminação por espaço (Piso -1)**

Zona		Area	Iluminação																			Total	Dens.
			I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	I10	I11	I12	I13	I14	I15	I16	I17	I18	I19		
		m2	35	28	14	36	3	11	20	54	13	8	18	20	18	23	4	5,5	100	2	10	W	W/m2
-1	ESTACIONAMENTO -1	1085		74																		2072	1,91
	ESCADAS NORTE	11,98			3																	42	3,51
	ESCADAS ESTE	9,68			5																	70	7,23
	ESCADAS SUL	5,58			5																	70	12,54



**Tabela 43 - Iluminação por espaço (Piso 0)**

Zona		Area	Iluminação																			Total	Dens.
			I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	I10	I11	I12	I13	I14	I15	I16	I17	I18	I19		
		m2	35	28	14	36	3	11	20	54	13	8	18	20	18	23	4	5,5	100	2	10		W
0	ESCADAS NORTE	29,07			3																	42	1,44
	ARRUMOS	12,96				2																72	5,56
	ARRUMOS NIGHT CLUB	11,81			3																	108	9,14
	ATRIO NIGHT CLUB	57,39					7															21	0,37
	CAMARAS FRIGORIFICAS	17,21																				0	0
	CIRCULAÇÃO PISO 0	156,07			14																	196	1,26
	COPA FUNCIONARIOS	22,53						6														66	2,93
	ECONOMATO	125,06				21																756	6,05
	ELEVADORES	42,44																				0	0
	ENTRADA ESCADAS NIGHTCLUB	31,23							3													60	1,92
	ESCADAS	15,09			5																	70	4,64
	ESCADAS SUL	7,94			5																	70	8,82
	ESCRITORIO ROUPARIA	15,82								2												108	6,83
	FOYER 0	83,13					70				15	7										461	5,55
	GABINETE MEDICO	22,71								5												270	11,89
	GERADOR	32,19											4									72	2,24
	MONTACARGAS	8,97																				0	0
	NIGHTCLUB	133,88					22	4		4			4									398	2,97
	PME	44,46			5																	180	4,05
	PT	33,9											4									72	2,12
	QGBT	28											4									72	2,57
	REFEITORIO FUNCIONARIOS	87,35						46														506	5,79
	ROUPARIA PISO 0	36,74	11							4												601	16,36
	SALA DE APOIO	66,24		24																		672	10,14
	SALA LISBOA	187,26												85								1700	9,08
	SANITARIOS REFEITORIO	23,61						6														66	2,8
	SANITARIOS M+F	34,01							15													300	8,82
	VESTIARIOS FUNCIONARIOS	176,75		24																		672	3,8

**Tabela 44 - Iluminação por espaço (Piso 1)**

Zona		Area	Iluminação																			Total	Dens.
			I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	I10	I11	I12	I13	I14	I15	I16	I17	I18	I19		
		m2	35	28	14	36	3	11	20	54	13	8	18	20	18	23	4	5,5	100	2	10	W	W/m2
1	FOYER PISO 1	125,7					50	9														249	1,98
	DALO	32,18						6				2										82	2,55
	ADMINISTRATIVO RECEPÇÃO	41,17					18															54	1,31
	INFORMATICA CLIENTES	9,03					6															18	1,99
	ESCADAS PISO 1	27,99			3																	42	1,5
	SANITARIOS FOYER	49,69												11								220	4,43
	BAGAGEM	4,59				2																72	15,69
	HALL SERVIÇO	15,75											3									54	3,43
	ELEVADORES	35,35																				0	0
	PEQUENA LOJA	9,81												12								240	24,46
	GINASIO	37,9												13								260	6,86
	SALA LAMEGO	29,3												38								760	25,94
	PRIVATE CREW LOUNGE	21,37						2						19								402	18,81
	ESCADAS FOYER PISO 0	17,61													5							90	5,11
	RESTAURANTE	253,77												29								580	2,29
	COZINHA	304,49														46						1058	3,47
	CIRCULAÇÃO PESSOAL	77,75		5																		140	1,8
	GAB CHEFE	5,54								1												54	9,75
	CAMARAS FRIGORIFICAS	8,31																				0	0
	PASTELARIA	10,98																				0	0
	CAMARAS FRIGORIFICAS	19,26								6												324	16,82
	LIXOS	9,14																				0	0
	MONTACARGAS	17,89			3																	42	2,35
	ESCADAS NORTE	13,49				3																108	8,01
	SANITARIOS NORTE	21,74								20												1080	49,68
	GAB SECRETARIADO	13,54								20												1080	79,76
	GAB PESSOAS	6,58											4									72	10,94
	ESCRITORIO RESPONSÁVEL PESSOAL																						

**Tabela 45 - Iluminação por espaço (Piso 2)**

Zona		Area	Iluminação																			Total	Dens.
			I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	I10	I11	I12	I13	I14	I15	I16	I17	I18	I19		
		m2	35	28	14	36	3	11	20	54	13	8	18	20	18	23	4	5,5	100	2	10		W
2	ADMINISTRATIVO PISO 2	88,32									2	24										448	5,07
	FOYER PISO 2	333,48					14															42	0,13
	BASTIDOR	12,64										2										36	2,85
	CAMARINS + ARRUMOS	73,62				6																216	2,93
	CIRCULAÇÃO TRASEIRAS	72,14				10																360	4,99
	COZINHA DESACTIVADA	106,24				8					3											312	2,94
	ELEVADORES	35,35																				0	0
	ESCADAS	24,18			5																	70	2,89
	ESCADAS CENTRO	21,44			5																	70	3,27
	ESCADAS NORTE	22,54			5																	70	3,11
	ESCRITORIO ADMINISTRATIVO	67,61										23										414	6,12
	HALL SERVIÇO PISO 2	23,41				3																108	4,61
	MONTA CARGAS	9,14																				0	0
	OPEN OFFICE	92,84													80							1440	15,51
	SALA AVEIRO	30,2		12	8															11		558	18,48
	SALA BRAGANÇA	46,19		18			6						39									1302	28,19
	SALA GUIMARÃES	282,92		45			62						15									1746	6,17
	SALA LEIRIA	11,7		6									6									288	24,61
	SALA SAGRES	74,91		26									22									1168	15,59
	SALA SINTRA	40,81		16									25									948	23,23
	SALA VIANA	24,47		16																8		528	21,57
	SANITARIOS	51,94											20									400	7,7
	SANITARIOS TRASEIRAS	3,33											2									40	12,02
	SECRETARIADO	30,52					6								4							90	2,95

**Tabela 46 - Iluminação por espaço (Piso 3)**

Zona		Area m2	Iluminação																			Total W	Dens. W/m2
			I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	I10	I11	I12	I13	I14	I15	I16	I17	I18	I19		
			35	28	14	36	3	11	20	54	13	8	18	20	18	23	4	5,5	100	2	10		
3	CENTRAL TELEFONICA	15,55			7																	98	6,3
	CIRCULAÇÃO PISO 3	158,37					11															33	0,21
	ELEVADOR	41,41																				0	0
	ESCADAS	17,29			5																	70	4,05
	ESCADAS NORTE	17,85			5																	70	3,92
	HALL SERVIÇO PISO 3	37,8		3																		84	2,22
	SALA LAGOS	147,09		12										32								976	6,64
	SANITARIOS	30,32												18								360	11,88
	ZONA TENICA PRINCIPAL	381,98			25																	350	0,92

**Tabela 47 - Iluminação por espaço (Pisos 4 a 16)**

Zona		Area m2	Iluminação																			Total W	Dens. W/m2
			I1	I2	I3	I4	I5	I6	I7	I8	I9	I10	I11	I12	I13	I14	I15	I16	I17	I18	I19		
			35	28	14	36	3	11	20	54	13	8	18	20	18	23	4	5,5	100	2	10		
4-12,14,15	ESCADAS NORTE PISO 4	20,56		2																		56	2,72
	QUARTOS ESTE	255,84						24									16	32	16	32		2168	8,47
	QUARTOS SUL	209,2						18									12	24	12	24		1626	7,77
	ESCADAS E	25,6		2																		56	2,19
	QUARTOS OESTE	304,55						24									16	32	16	32		2168	7,12
	ROUPARIA PISO 4	11,17			2																	28	2,51
	HALL SERVIÇO 4	23,74						1				1			8							163	6,87
	ELEVADOR	28,2																				0	0
	CIRCULAÇÃO QUARTOS	142,11					66	3												27		285	2,01
	ELEVADOR	28,2																				0	0
	CIRCULAÇÃO QUARTOS	142,11					66	3												27		285	2,01
16	CASA DAS MAQUINAS	26,88				12																432	16,07

*Apêndice B – Levantamento dos Equipamentos*

**Tabela 48** - Equipamentos elétricos por espaço (Piso -2)

	Zona	Equipamento	Quant.	Pot. Unit. W	Pot. Total W	Pot. Total W
-2	ESCRITORIOS DEP. TECNICO	PC	4	155	620	1130
		Impressora	4	70	280	
		Fax	2	65	130	
		TV	1	100	100	
	CIRCULAÇÃO -2	Maquina Beber Agua	1	100	100	100

**Tabela 49** - Equipamentos elétricos por espaço (Piso 0)

	Zona	Equipamento	Quant.	Pot. Unit. W	Pot. Total W	Pot. Total W
0	CIRCULAÇÃO PISO 0	Maquina Beber Agua	1	100	100	100
	COPA FUNCIONARIOS	TV	1	100	100	1125
		Vending	1	575	575	
		Café	1	450	450	
	ECONOMATO	PC	1	155	155	225
		Impressora	1	70	70	
	ESCRITORIO ROUPARIA	PC	2	155	310	380
		Impressora	1	70	70	
	GABINETE MEDICO	PC	1	155	155	225
		Impressora	1	70	70	
	NIGHTCLUB	Sistema Som	1	4500	4500	6132
		cabine DJ	1	1500	1500	
		Maquina Registradora	1	60	60	
		Maquina Vending Cigarros	1	72	72	
	REFEITORIO FUNCIONARIOS	Micro-ondas	1	1200	1200	3450
		Café	1	350	350	
		Frigorifico	1	700	700	
		Banho Maria	1	1200	1200	

**Tabela 50 - Equipamentos elétricos por espaço (Piso 1)**

	Zona	Equipamento	Quant.	Pot. Unit. W	Pot. Total W	Pot. Total W
1	FOYER PISO 1	Plasma	3	100	300	660
		Sapatos	2	120	240	
		Registadora	2	60	120	
		Maquina café	1	170	170	
	DALO	Cortina de Ar	1	5100	5100	5200
		Plasma	1	100	100	
	ADMINISTRATIVO RECEPÇÃO	PC	6	155	930	2550
		Impressora	6	70	420	
		UPS	1	1100	1100	
		Maquina Beber Água	1	100	100	
	INFORMATICA CLIENTES	PC	2	155	310	380
		Impressora	1	70	70	
	PEQUENA LOJA	Maquina Registadora	1	60	60	60
	GINASIO	Tapetes Ginasio	2	150	300	700
		Plasmas	3	100	300	
		Radio	1	100	100	
	PRIVATE CREW LOUNGE	TV	1	100	100	200
		Plasma	1	100	100	
	RESTAURANTE	Maquina Café	1	200	200	200
	GAB CHEFE	PC	1	155	155	225
		Impressora	1	70	70	
	GAB SECRETARIADO	PC	1	155	155	225
		Impressora	1	70	70	
	GAB PESSOAS	PC	1	155	155	225
		Impressora	1	70	70	
	ESCRITORIO RESPONSÁVEL PESSOAL	PC	2	155	310	380
		Impressora	1	70	70	

**Tabela 51 - Equipamentos elétricos por espaço (Piso 2)**

	Zona	Equipamento	Quant.	Pot. Unit. W	Pot. Total W	Pot. Total W
2	ADMINISTRATIVO PISO 2	PC	8	155	1240	1650
		Impressora	4	70	280	
		FAX	2	65	130	
	BASTIDOR	PC	1	155	155	225
		Impressora	1	70	70	
	ESCRITORIO ADMINISTRATIVO	PC	4	155	620	910
		Plasma	1	150	150	
		Impressora	2	70	140	
	OPEN OFFICE	PC	9	155	1395	2115
		Impressora	2	70	140	
		FAX	2	65	130	
		Trituradora Papel	1	450	450	
	SALA AVEIRO	Plasma	1	100	100	100
	SALA LEIRIA	Plasma	1	150	150	150
	SALA SAGRES	Plasma	1	150	150	150
	SALA SINTRA	Plasma	1	150	150	150
	SALA VIANA	Plasma	1	150	150	150
	SECRETARIADO	PC	3	155	465	675
		Impressora	3	70	210	

**Tabela 52 - Equipamentos elétricos por espaço (Piso 3)**

	Zona	Equipamento	Quant.	Pot. Unit. W	Pot. Total W	Pot. Total W
3	CENTRAL TELEFONICA	Pc	1	155	155	1535
		TV	1	150	150	
		Bastidor Informatico	1	450	450	
		DVD	1	120	120	
		3Modems	12	55	660	

**Tabela 53** - Equipamentos elétricos por espaço (Pisos 4 a 15)

	Zona	Equipamento	Quant.	Pot. Unit. W	Pot. Total W	Pot. Total W
4-15	QUARTOS ESTE	TV	8	100	800	1400
		Frigorífico	8	65	520	
		Radio	8	10	80	
	QUARTOS SUL	TV	6	100	600	1050
		Frigorífico	6	65	390	
		Radio	6	10	60	
	QUARTOS OESTE	TV	8	100	800	1400
		Frigorífico	8	65	520	
		Radio	8	10	80	
	CIRCULAÇÃO QUARTOS	Engraxador Sapatos	1	120	120	120

**Tabela 54** - Equipamentos da Cozinha

Descrição		Fonte energética	Potência
Forno Pastelaria		Eletricidade	3x10 kW + 1 kW
Forno de Convecção 10 níveis		Eletricidade	17,3 kW
Forno de Convecção 20 níveis		Eletricidade	34,5 kW
Máq. Lavar Tachos		Eletricidade	13 kW
Máq. Lavar Loiça		Eletricidade	50,37 kW
Máq. Lavar Copos		Eletricidade	43,22 kW
Piano	4 queimadores de gás G2	Gás	4x11,9 kW
	2 queimadores de gás P-1	Gás	2x6,3 kW
	2 grelhadores	Gás	2x8,4 kW
	2 placas radiantes	Gás	2x10,1 kW
	2 fritadeiras	Eletricidade	2x9 kW
	Banho maria	Eletricidade	1,5 kW
	2 fornos	Gás	2x8,9 kW
2 Salamandras		Eletricidade	6kW e 4,5 kW
2 Marmitas basculantes		Gás	2x15,6 kW
2 mesas quentes		Eletricidade	2x2,3 kW



**Tabela 55 - Câmaras de frio**

<b>Câmara</b>	<b>Potência (W)</b>
<b>Carne</b>	517
<b>Legumes</b>	540
<b>Preparados/Diversos</b>	989,7
<b>Peixe</b>	989,7
<b>Laticínios</b>	517
<b>Congeladora</b>	3662
<b>TOTAL</b>	7215,4

Apêndice C – Resultados das Medições elétricas

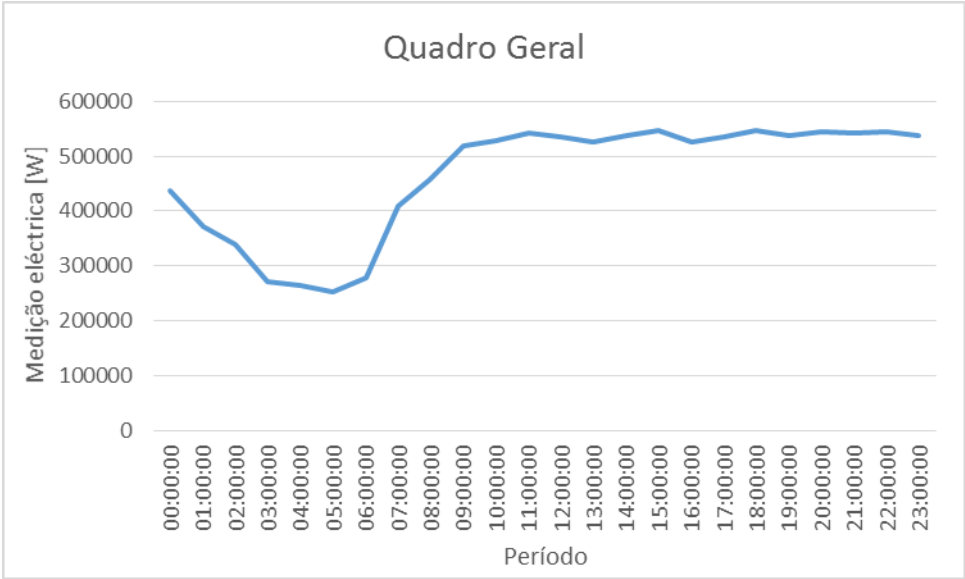


Figura 20- Medição elétrica no quadro geral

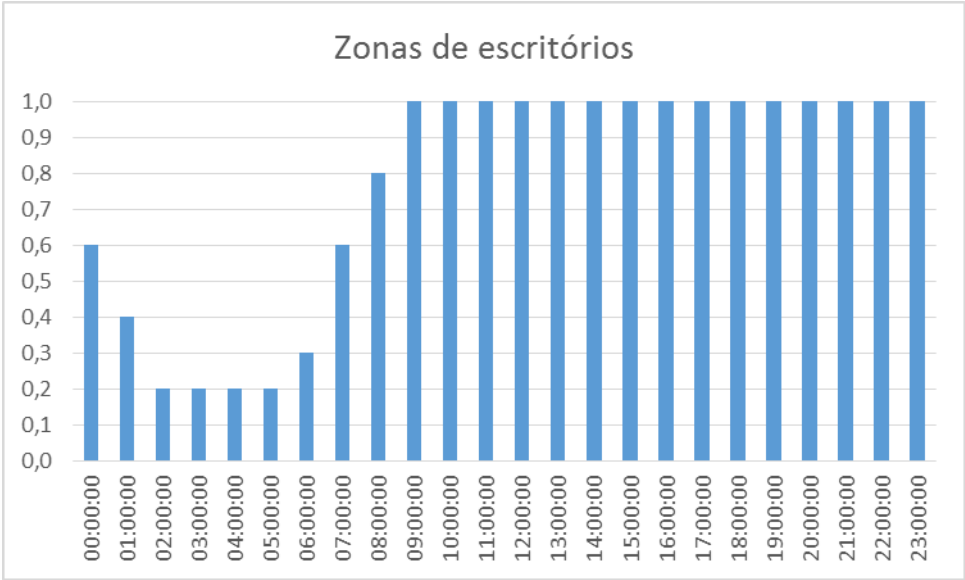
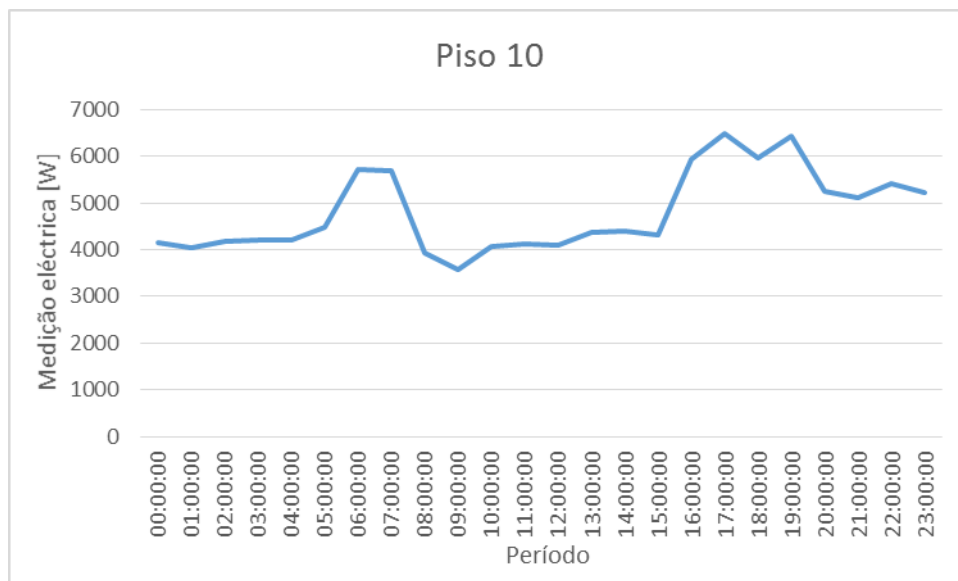
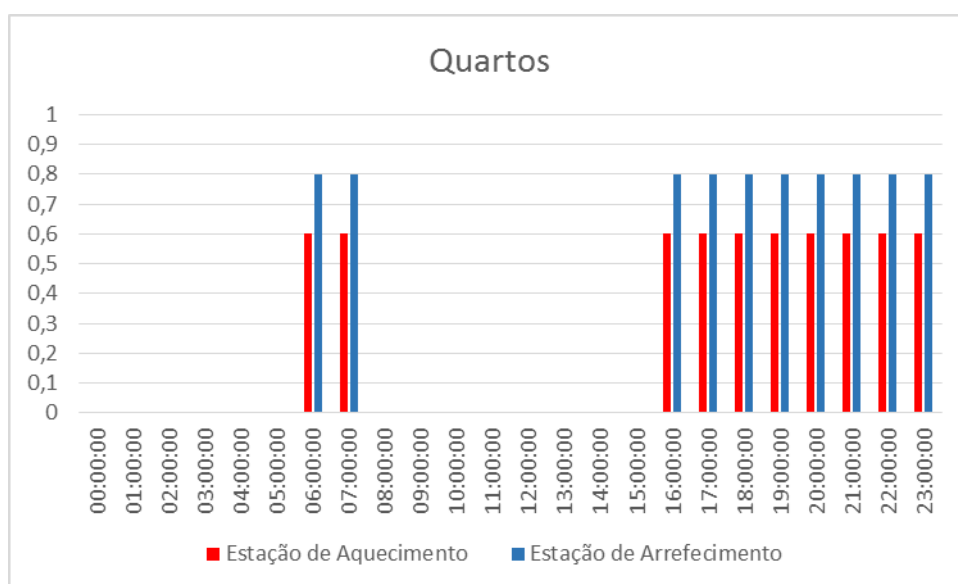


Figura 21 - Perfil determinado para as zonas técnicas



**Figura 22** - Medição eléctrica no Piso 10



**Figura 23** - Perfil estimado para os quartos

*Apêndice D – Dados Geométricos por espaço*

**Tabela 56 - Dados geométricos 1 (Piso -2)**

Piso	Zona	Área	PD	Vol
		m2	m	m3
-2	ESTACIONAMENTO -2	855.49	2.6	2224
	ESCRITORIOS DEP. TECNICO	54.02	2.6	140
	ARRUMOS	10.93	2.6	28
	WC SERVIÇO -2	3.11	2.6	8
	SERRALHARIA	19.22	2.6	50
	ZONA DE APOIO	28.45	2.6	74
	CHILLER + BOMBA	174.41	2.6	453
	TRATAMENTO DE AGUA	35.17	2.6	91
	CALDEIRAS	139.64	2.6	363
	SALA DEPOSITOS	68.02	2.6	177
	CIRCULAÇÃO ESTACIONAMENTO ELEVADORES	10.03	2.6	26
	ELEVADORES	29.29	2.6	76
	ESCADAS SUL	8.45	2.6	22
	ESCADAS CENTRO EDIFICIO	30.37	2.6	79
	ESCADAS NORTE	34.45	2.6	90
	DEPOSITOS AGUA	94.26	2.6	245
	CIRCULAÇÃO -2	123.06	2.6	320

**Tabela 57 - Dados geométricos 1 (Piso -1)**

Piso	Zona	Área	PD	Vol
		m2	m	m3
-1	ESTACIONAMENTO -1	1085.00	2.6	2821
	ESCADAS NORTE	11.98	2.6	31
	ESCADAS ESTE	9.68	2.6	25
	ESCADAS SUL	5.58	2.6	15

**Tabela 58 - Dados geométricos 1 (Piso 0)**

Piso	Zona	Área	PD	Vol
		m2	m	m3
0	ESCADAS NORTE	29.07	2.25	65
	ARRUMOS	12.955	2.25	29
	ARRUMOS NIGHT CLUB	11.813	2.25	27
	ATRIO NIGHT CLUB	57.388	2.25	129
	CAMARAS FRIGORIFICAS	17.21	2.25	39
	CIRCULAÇÃO PISO 0	156.07	2.25	351
	COPA FUNCIONARIOS	22.53	2.25	51
	ECONOMATO	125.06	2.25	281
	ELEVADORES	42.44	2.25	95
	ENTRADA ESCADAS NIGHTCLUB	31.23	2.25	70
	ESCADAS	15.09	2.25	34
	ESCADAS SUL	7.941	2.25	18
	ESCRITORIO ROUPARIA	15.817	2.25	36
	FOYER 0	83.13	2.25	187
	GABINETE MEDICO	22.713	2.25	51
	GERADOR	32.194	2.25	72
	MONTACARGAS	8.969	2.25	20
	NIGHTCLUB	133.879	2.25	301
	PME	44.455	2.25	100
	PT	33.898	2.25	76
	QGBT	28.00	2.25	63
	REFEITORIO FUNCIONARIOS	87.35	2.25	197
	ROUPARIA PISO 0	36.74	2.25	83
	SALA DE APOIO	66.24	2.25	149
	SALA LISBOA	187.26	2.25	421
	SANITARIOS REFEITORIO	23.606	2.25	53
	SANITARIOS M+F	34.005	2.25	77
	VESTIARIOS FUNCIONARIOS	176.75	2.25	398

**Tabela 59 - Dados geométricos 1 (Piso 1)**

Piso	Zona	Área	PD	Vol
		m2	m	m3
1	FOYER PISO 1	125.7	3.2	402
	DALO	32.18	3.2	103
	ADMINISTRATIVO RECEPÇÃO	41.17	3.2	132
	INFORMATICA CLIENTES	9.025	3.2	29
	ESCADAS PISO 1	27.989	3.2	90
	SANITARIOS FOYER	49.69	3.2	159
	BAGAGEM	4.59	3.2	15
	HALL SERVIÇO	15.75	3.2	50
	ELEVADORES	35.35	3.2	113
	PEQUENA LOJA	9.813	3.2	31
	GINASIO	37.9	3.2	121
	SALA LAMEGO	29.295	3.2	94
	PRIVATE CREW LOUNGE	21.374	3.2	68
	ESCADAS FOYER PISO 0	17.606	3.2	56
	RESTAURANTE	253.77	3.2	812
	COZINHA	304.494	3.2	974
	CIRCULAÇÃO PESSOAL	77.75	3.2	249
	GAB CHEFE	5.5377	3.2	18
	CAMARAS FRIGORIFICAS PASTELARIA	8.305	3.2	27
	CAMARAS FRIGORIFICAS	10.981	3.2	35
	LIXOS	19.262	3.2	62
	MONTACARGAS	9.137	3.2	29
	ESCADAS NORTE	17.89	3.2	57
	SANITARIOS NORTE	13.489	3.2	43
	GAB SECRETARIADO	21.74	3.2	70
	GAB PESSOAS	13.54	3.2	43
	ESCRITORIO RESPONSÁVEL PESSOAL	6.58	3.2	21

**Tabela 60 - Dados geométricos 1 (Piso 2)**

Piso	Zona	Área	PD	Vol
		m2	m	m3
2	ADMINISTRATIVO PISO 2	88.323	2.8	247
	FOYER PISO 2	333.475	2.8	934
	BASTIDOR	12.636	2.8	35
	CAMARINS + ARRUMOS	73.623	2.8	206
	CIRCULAÇÃO TRASEIRAS	72.139	2.8	202
	COZINHA DESACTIVADA	106.236	2.8	297
	ELEVADORES	35.35	2.8	99
	ESCADAS	24.183	2.8	68
	ESCADAS CENTRO	21.438	2.8	60
	ESCADAS NORTE	22.541	2.8	63
	ESCRITORIO ADMINISTRATIVO	67.613	2.8	189
	HALL SERVIÇO PISO 2	23.412	2.8	66
	MONTA CARGAS	9.137	2.8	26
	OPEN OFFICE	92.839	2.8	260
	SALA AVEIRO	30.198	2.8	85
	SALA BRAGANÇA	46.191	2.8	129
	SALA GUIMARÃES	282.918	2.8	792
	SALA LEIRIA	11.704	2.8	33
	SALA SAGRES	74.91	2.8	210
	SALA SINTRA	40.812	2.8	114
	SALA VIANA	24.473	2.8	69
	SANITARIOS	51.94	2.8	145
	SANITARIOS TRASEIRAS	3.329		0
	SECRETARIADO	30.518	2.8	85

**Tabela 61 - Dados geométricos 1 (Piso 3)**

Piso	Zona	Área	PD	Vol
		m2	m	m3
3	CENTRAL TELEFONICA	15.545	2.6	40
	CIRCULAÇÃO PISO 3	158.366	2.6	412
	ELEVADOR	41.41	2.6	108
	ESCADAS	17.291	2.6	45
	ESCADAS NORTE	17.85	2.6	46
	HALL SERVIÇO PISO 3	37.801	2.6	98
	SALA LAGOS	147.092	2.6	382
	SANITARIOS	30.315	2.6	79
	ZONA TECNICA PRINCIPAL	381.976	2.6	993

**Tabela 62 - Dados geométricos 1 (Pisos 4 a 16)**

Piso	Zona	Área	PD	Vol
		m2	m	m3
4-12,14,15	ESCADAS NORTE PISO 4	20.56	2.5	51
	QUARTOS ESTE	255.842	2.5	640
	QUARTOS SUL	209.2	2.5	523
	ESCADAS E	25.6	2.5	64
	QUARTOS OESTE	304.55	2.5	761
	ROUPARIA PISO 4	11.17	2.5	28
	HALL SERVIÇO 4	23.74	2.5	59
	ELEVADOR	28.198	2.5	70
	CIRCULAÇÃO QUARTOS	142.11	2.5	355
16	CASA DAS MAQUINAS	26.882	3.5	94



**Tabela 63 - Dados geométricos 2 (Piso 0)**

Piso	Zona	Levantamento geométrico 2								
		Paredes [m]				Envidraçados [m2]				CobExt m2
		Norte	Este	Sul	Oeste	Norte	Este	Sul	Oeste	
0	ESCADAS NORTE	8.2			3.9					
	ATRIO NIGHT CLUB		3.5							
	ECONOMATO	8			2.1					
	ESCADAS		4.1							
	ESCADAS SUL			2						
	FOYER 0				5.0					
	GERADOR		4.5							
	NIGHTCLUB		7.3	16.2						
	PME			8.8						
	PT		4.8							
	QGBT		4							
	REFEITORIO FUNCIONARIOS	7	15							
	SALA LISBOA			9.1	17			6.15	10.4	
	SANITARIOS REFEITORIO	6								
	SANITARIOS M+F				3.5					
	VESTIARIOS FUNCIONARIOS			11.3	6.8					

**Tabela 64 - Dados geométricos 2 (Piso 1)**

Piso	Zona	Levantamento geométrico 2								
		Paredes [m]				Envidraçados [m2]				CobExt m2
		Norte	Este	Sul	Oeste	Norte	Este	Sul	Oeste	
1	FOYER PISO 1			34.6				93.9		
	DALO	5.2	3.4	5.2	5.9	10.8	5.4	10.8	10.8	32.2
	ADMINISTRATIVO RECEPÇÃO		8.5	4.2			12.8	6.4		
	INFORMATICA CLIENTES		4				6.4			
	ESCADAS PISO 1						1.74			
	SANITARIOS FOYER		7.5							
	RESTAURANTE			12.3	20.6			32.52	28.8	
	COZINHA	6.6	10.9		7.2	5.4	8.25		6.9	
	CIRCULAÇÃO PESSOAL		4.3				9.1			
	ESCADAS NORTE	5.9			3.3				1.74	
	SANITARIOS NORTE	4.3								
	GAB SECRETARIADO	7								
	GAB PESSOAS	7.4				1.3				
	ESCRITORIO RESPONSÁVEL PESSOAL	1	1.65				1			

**Tabela 65 - Dados geométricos 2 (Piso 2)**

Piso	Zona	Levantamento geométrico 2								
		Paredes [m]				Envidraçados [m2]				CobExt m2
		Norte	Este	Sul	Oeste	Norte	Este	Sul	Oeste	
2	ADMINISTRATIVO PISO 2	14.2	4.6			6.3	1.2			40.6
	FOYER PISO 2			15.8	4			38.5	8.0	
	CIRCULAÇÃO TRASEIRAS	8.1			11.8				10.5	
	ESCADAS		3.7				1.7			
	ESCADAS NORTE	5.7			3.3				1.7	
	ESCRITORIO ADMINISTRATIVO		14.6				9.8			67.6
	SALA AVEIRO		4.5				3.5			30.2
	SALA BRAGANÇA		3.7	1.7	3.7		8.4	4.1	8.4	
	SALA GUIMARÃES			16.3	16			34.72	39.2	282.918
	SALA LEIRIA		2.75				5.28			11.704
	SALA SINTRA			8.1				14.08		
	SALA VIANA		5	4.3			12.65	8.8		24.473
	SANITARIOS		7.9							51.94

**Tabela 66 - Dados geométricos 2 (Piso 3)**

Piso	Zona	Levantamento geométrico 2								
		Paredes [m]				Envidraçados [m2]				CobExt m2
		Norte	Este	Sul	Oeste	Norte	Este	Sul	Oeste	
3	CENTRAL TELEFONICA		5.7							
	CIRCULAÇÃO PISO 3	3.3	6.2		6.3		1.98		3.3	
	ESCADAS		4				1.74			
	ESCADAS NORTE				3.3				1.74	
	SALA LAGOS		7	20.9	7		3.42	28.8	11.04	
	SANITARIOS				7.34					
	ZONA TENICA PRINCIPAL	16.2	20.2		21.3					

**Tabela 67** - Dados geométricos 2 (Pisos 4 a 16)

Piso	Zona	Levantamento geométrico 2								
		Norte	Paredes [m]			Envidraçados [m2]				CobExt m2
			Este	Sul	Oeste	Norte	Este	Sul	Oeste	
4-12,14	ESCADAS NORTE PISO 4	6.1			3.7				1.74	
	QUARTOS ESTE	7.5	32				27.2			
	QUARTOS SUL	3.2	7.5	24.4	9.3			20.4	6.8	
	ESCADAS E		4	5.1			1.74			
	QUARTOS OESTE	12.7			32.2				27.2	
	CIRCULAÇÃO QUARTOS	1.8	2			2.08	2.24			
15	ESCADAS NORTE PISO 15				3.7				1.74	20.56
	QUARTOS ESTE		32				27.2			255.842
	QUARTOS SUL		7.5	24.4	9.3			20.4	6.8	209.2
	ESCADAS E		4	5.1			1.74			25.6
	QUARTOS OESTE				32.2				27.2	304.55
	ROUPARIA PISO 15									11.17
	HALL SERVIÇO 15									23.74
	ELEVADOR									28.198
	CIRCULAÇÃO QUARTOS	1.8	2			2.08	2.24			142.11
16	CASA DAS MAQUINAS									

**Tabela 68 - Dados geométricos 3 (Piso -2)**

Piso	Zona	Levantamento geométrico 3							
		Espaços não úteis [m2]							
		Estacionamento	Area1	zonas técnicas	Area2	Escadas	Area3	Elevadores	Area4
-2	ESCRITORIOS DEP. TECNICO	21.14	55.0						

**Tabela 69 - Dados geométricos 3 (Piso 0)**

Piso	Zona	Levantamento geométrico 3							
		Espaços não úteis [m2]							
		Estacionamento	Area1	zonas técnicas	Area2	Escadas	Area3	Elevadores	Area4
0	ATRIO NIGHT CLUB		57.4			8.8	19.8	3.75	8.4
	CIRCULAÇÃO PISO 0		156.1	11.2	25.2	5.8	13.1	13.5	30.4
	COPA FUNCIONARIOS		22.5	13.9	31.3				
	ENTRADA ESCADAS NIGHTCLUB		31.2						
	ESCRITORIO ROUPARIA		15.8						
	FOYER 0		83.1						
	GABINETE MEDICO		22.7						
	NIGHTCLUB		133.9			3.9	8.8		
	REFEITORIO FUNCIONARIOS		87.4						
	ROUPARIA PISO 0		36.7						
	SALA LISBOA		187.3						

**Tabela 70 - Dados geométricos 3 (Piso 2)**

Piso	Zona	Levantamento geométrico 3							
		Espaços não úteis [m2]							
		Estacionamento	Area1	zonas técnicas	Area2	Escadas	Area3	Elevadores	Area4
2	ADMINISTRATIVO PISO 2				45.0				
	FOYER PISO 2					9.4	26.3	17.3	48.4
	MONTA CARGAS								
	OPEN OFFICE				64.0				
	SALA SAGRES				56.0				

**Tabela 71 - Dados geométricos 3 (Piso 3)**

Piso	Zona	Levantamento geométrico 3							
		Espaços não úteis [m2]							
		Estacionamento	Area1	zonas técnicas	Area2	Escadas	Area3	Elevadores	Area4
3	CIRCULAÇÃO PISO 3					4.2	10.9	9	23.4
	HALL SERVIÇO PISO 3			11.6	30.2				
	SANITARIOS			3.8	9.9				

**Tabela 72 - Dados geométricos 3 (Piso 4)**

Piso	Zona	Levantamento geométrico 3							
		Espaços não úteis [m2]							
		Estacionamento	Area1	zonas técnicas	Area2	Escadas	Area3	Elevadores	Area4
4	QUARTOS ESTE				204.0	6.4	16.0		
	QUARTOS OESTE				149.0	4.4	11.0		
	CIRCULAÇÃO QUARTOS				71.0	8.23	20.6	16.8	42.0

## Apêndice E – Cálculo do consumo de AQS

Tendo em conta os registos de AQS consumida na Cozinha e os dados do quarto 1011 é possível também desagregar este consumo. Assim desta forma, de acordo com os dados disponibilizados foi possível determinar o consumo de água quente e de água fria por hóspede.

**Tabela 73** - Registo do consumo de água no quarto 1011

Datas	Consumo AQS	Consumo AFS	Hóspedes
De 03/05/2013 a 09/07/2014	22 m <sup>3</sup>	36 m <sup>3</sup>	239

De acordo com estas dados pode-se estimar que o consumo de AQS por hóspede é de cerca de 92L e de AFS é de cerca de 126L correspondendo a parcelas de 40% e 60% respetivamente. Extrapolando estes dados para o total de hóspedes em 2013 estima-se que a parcela do consumo total de água ao nível dos quartos se situe na ordem dos 60/70%.

O cálculo do consumo energético ao nível de AQS foi de acordo com a seguinte fórmula:

$$\frac{M_{AQS} (L) \times 4187 \left( \frac{J}{kg} \right) \times \Delta T (^{\circ}C)}{3600000 \left( \frac{J}{kWh} \right)} = kWh/ano$$

Para o cálculo de AQS na zona dos quartos foi tido assumido o valor de 100 litros de AQS consumida por hóspede e um número médio anual de 8500 hóspedes. No caso do consumo de AQS da cozinha e restantes zonas de serviços a valor médio anual é na ordem dos 2500 litros.

Os depósitos de AQS das zonas altas (quartos) estão a uma temperatura mais elevada ( $\Delta T$  de 45°C) em relação aos depósitos das zonas baixas ( $\Delta T$  de 35°C). Ao valor calculado foi tido em consideração a eficiência da caldeira para determinar o consumo de energia final, assim o resultado do consumo de AQS no edifício está apresentado na tabela seguinte:

**Tabela 74** - Consumo de AQS anual estimado

Zona	AQS (kWh/ano)
Quartos	469270
Cozinha e zonas técnicas	107349
<b>Total</b>	<b>576620</b>



Apêndice F – Resultados das simulações em TRACE700 e Solterm

# Energy Cost Budget / PRM Summary

Project Name:

Date:

City:

Weather Data: SCE\_Porto\_75m

Note: The percentage displayed for the "Proposed/ Base %" column of the base case is actually the percentage of the total energy consumption.

\* Denotes the base alternative for the ECB study.

		* Alt-1 Tiara Porto		
		Energy 10 <sup>6</sup> kWh/yr	Proposed / Base %	Peak kW
Lighting - Conditioned	Electricity	353.7	13.5	80
Space Heating	Electricity	0.1	0.0	4
	Gas	710.0	27.1	348
Space Cooling	Electricity	105.7	4.0	79
Pumps	Electricity	235.3	9.0	54
Heat Rejection	Electricity	0.1	0.0	1
Fans - Conditioned	Electricity	301.0	11.5	62
Receptacles - Conditioned	Electricity	673.1	25.7	176
	Gas	240.1	9.2	73
Total Building Consumption		2,619.2		

* Alt-1 Tiara Porto		
	Energy 10 <sup>6</sup> kWh/yr	Cost/yr \$/yr
Electricity	1,559.1	0
Gas	950.2	0
Total	2,509.3	0

Figura 24 - Resultado TRACE700 com medida 1

## Energy Cost Budget / PRM Summary

Project Name:	Date:
City:	Weather Data: SCE_Porto_75m

Note: The percentage displayed for the "Proposed/ Base %" column of the base case is actually the percentage of the total energy consumption.

\* Denotes the base alternative for the ECB study.

		* Alt-1 Tiara Porto		
		Energy 10 <sup>4</sup> s kWh/yr	Proposed / Base %	Peak kW
Lighting - Conditioned	Electricity	353.7	13.6	80
Space Heating	Electricity	0.1	0.0	4
	Gas	710.0	27.4	348
Space Cooling	Electricity	189.7	7.3	102
Pumps	Electricity	125.3	4.8	29
Heat Rejection	Electricity	0.1	0.0	1
Fans - Conditioned	Electricity	301.0	11.6	62
Receptacles - Conditioned	Electricity	673.1	26.0	176
	Gas	240.1	9.3	73
Total Building Consumption		2,593.2		

* Alt-1 Tiara Porto		
	Energy 10 <sup>4</sup> s kWh/yr	Cost/yr \$/yr
Electricity	1,543.1	0
Gas	950.2	0
Total	2,685	0

**Figura 25** - Resultado TRACE700 com medida 2

## Energy Cost Budget / PRM Summary

Project Name:	Date:
City:	Weather Data: SCE_Porto_75m

Note: The percentage displayed for the "Proposed/ Base %" column of the base case is actually the percentage of the total energy consumption.

\* Denotes the base alternative for the ECB study.

		* Alt-1 Tiara Porto		
		Energy 10 <sup>3</sup> kWh/yr	Proposed / Base %	Peak kW
Lighting - Conditioned	Electricity	353.7	13.2	80
Space Heating	Electricity	0.1	0.0	4
	Gas	710.0	26.5	348
Space Cooling	Electricity	269.2	10.0	133
Pumps	Electricity	134.4	5.0	35
Heat Rejection	Electricity	0.1	0.0	1
Fans - Conditioned	Electricity	301.0	11.2	62
Receptacles - Conditioned	Electricity	673.1	25.1	176
	Gas	240.1	9.0	73
Total Building Consumption		2,681.8		

* Alt-1 Tiara Porto		
	Energy 10 <sup>3</sup> kWh/yr	Cost/yr \$/yr
Electricity	1,731.6	0
Gas	950.2	0
Total	2,682	0

**Figura 26** - Resultado TRACE700 com medida 3

## Energy Cost Budget / PRM Summary

Project Name:	Date:
City:	Weather Data: SCE_Porto_75m

Note: The percentage displayed for the "Proposed/ Base %" column of the base case is actually the percentage of the total energy consumption.

\* Denotes the base alternative for the ECS study.

		* Alt-1 Tiara Porto		
		Energy 10 <sup>6</sup> kWh/yr	Proposed / Base %	Peak kW
Lighting - Conditioned	Electricity	288.3	10.6	69
Space Heating	Electricity	0.1	0.0	4
	Gas	719.3	26.4	347
Space Cooling	Electricity	257.8	9.8	131
Pumps	Electricity	235.3	8.6	54
Heat Rejection	Electricity	0.1	0.0	1
Fans - Conditioned	Electricity	301.0	11.0	62
Receptacles - Conditioned	Electricity	673.1	24.7	176
	Gas	240.1	8.8	73
Total Building Consumption		2,725.1		

		* Alt-1 Tiara Porto	
		Energy 10 <sup>6</sup> kWh/yr	Cost/yr \$/yr
Electricity		1,765.7	0
Gas		959.4	0
Total		2,725	0

**Figura 27 - Resultado TRACE700 com medida 4**

## Medida 5 (SOLTERM)

SolTerm 5.1

Resultados de simulação de sistema solar fotovoltaico

Painel

470 módulos Bosch 60 organizados em 470 'strings' com 1 módulos em cada.

Área: 770.8 m<sup>2</sup>

Tensão em circuito aberto: 37.7 V

Corrente em curto-circuito: 8.7 A

Potência nominal: 116.01 kW

Tensão nominal: 30.1 V

Perdas de conexão: 5%

Perdas por sujidades: 2%

Perdas por degradação de desempenho (média durante a vida do sistema): 2%

Inversor

SMA Sunny Boy 3800 Portugal

Potência nominal 3680. W

Climatologia

Concelho de Porto

Latitude 41.2°N (nominal) - Longitude 8.6°W (nominal)

TRY para RCCTE/STE e SOLTERM

fonte: INETI(2004)

Obstruções do horizonte: novo local

Balanco energético mensal e anual

	E(rad) kWh	E(PV) kWh	E(sist) kWh
--	---------------	--------------	----------------

Janeiro	60382	7330	7037
---------	-------	------	------

Fevereiro	74549	8954	8596
Março	95258	11227	10778
Abril	114522	13215	12687
Maio	123383	14129	13564
Junho	126352	14226	13657
Julho	143806	15912	15275
Agosto	140053	15517	14896
Setembro	113120	12709	12201
Outubro	96877	11118	10674
Novembro	71354	8463	8124
Dezembro	62479	7566	7263

-----

-----  
 Anual 1222134 140366 134752

Rendimento global: 11.0%

Produtividade: 1161.6 Wh/Wp

-----

-----  
 E(rad): energia solar incidente no painel fotovoltaico  
 E(pv): energia eléctrica convertida pelo painel fotovoltaico  
 E(sist): energia eléctrica fornecida pelo sistema  
 2014

## Energy Cost Budget / PRM Summary

Project Name:	Date:
City:	Weather Data: SCE_Porto_75m

Note: The percentage displayed for the "Proposed/ Base %" column of the base case is actually the percentage of the total energy consumption.

\* Denotes the base alternative for the ECB study.

		* Alt-1 Tiara Porto		
		Energy 10 <sup>3</sup> kWh/yr	Proposed / Base %	Peak kW
Lighting - Conditioned	Electricity	353.7	12.4	80
Space Heating	Electricity	0.1	0.0	4
	Wood	791.1	27.6	387
Space Cooling	Electricity	269.2	9.4	133
Pumps	Electricity	236.3	8.2	64
Heat Rejection	Electricity	0.1	0.0	1
Fans - Conditioned	Electricity	301.0	10.5	62
Receptacles - Conditioned	Electricity	673.1	23.5	176
	Gas	240.1	8.4	73
Total Building Consumption		2,863.7		

		* Alt-1 Tiara Porto	
		Energy 10 <sup>3</sup> kWh/yr	Cost/yr \$/yr
Electricity		1,832.5	0
Gas		240.1	0
Wood		791.1	0
Total		2,864	0

Project Name:  
Dataset Name:

**Figura 28** - Resultado TRACE700 com medida 6

## Medida 7 (SOLTERM)

### Fachada SUL

SolTerm 5.1

Painel

440 módulos Bosch 60 organizados em 440 'strings' com 1 módulos em cada.

Área: 721.6 m<sup>2</sup>

Tensão em circuito aberto: 37.7 V

Corrente em curto-circuito: 8.7 A

Potência nominal: 108.6 kW

Tensão nominal: 30.1 V

Perdas de conexão: 5%

Perdas por sujidades: 2%

Perdas por degradação de desempenho (média durante a vida do sistema): 2%

Inversor

Fronius IG-40

Potência nominal 3500. W

Climatologia

Concelho de Porto

Latitude 41.2°N (nominal) - Longitude 8.6°W (nominal)

TRY para RCCTE/STE e SOLTERM

fonte: INETI(2004)

Obstruções do horizonte: novo local

Balanco energético mensal e anual

	E(rad) kWh	E(PV) kWh	E(sist) kWh
Janeiro	54099	6572	6177
Fevereiro	60504	7328	6889
Março	63747	7683	7222
Abril	62438	7482	7033



Maio	54470	6492	6103
Junho	49943	5865	5513
Julho	58185	6774	6368
Agosto	68189	7930	7454
Setembro	70860	8219	7725
Outubro	73300	8568	8054
Novembro	62942	7483	7034
Dezembro	59346	7159	6729

---



---

Anual	738023	87555	82301
-------	--------	-------	-------

Rendimento global: 11.2%

Produtividade: 757.8 Wh/Wp

---



---

E(rad): energia solar incidente no painel fotovoltaico

E(pv): energia eléctrica convertida pelo painel fotovoltaico

E(sist): energia eléctrica fornecida pelo sistema

## FACHADA ESTE

---



---

SolTerm 5.1

---



---

Painel

---



---

660 módulos Bosch 60 organizados em 660 'strings' com 1 módulos em cada.

Área: 1082.4 m<sup>2</sup>

Tensão em circuito aberto: 37.7 V

Corrente em curto-circuito: 8.7 A

Potência nominal: 162.9 kW

Tensão nominal: 30.1 V

Perdas de conexão: 5%

Perdas por sujidades: 2%

Perdas por degradação de desempenho (média durante a vida do sistema): 2%

---



---

Inversor

---



---

Fronius IG-40

Potência nominal 3500. W

-----  
-----  
Climatologia  
-----  
-----

Concelho de Porto

Latitude 41.2°N (nominal) - Longitude 8.6°W (nominal)

TRY para RCCTE/STE e SOLTERM

fonte: INETI(2004)

Obstruções do horizonte: novo local  
-----  
-----

Balanço energético mensal e anual  
-----  
-----

	E(rad) kWh	E(PV) kWh	E(sist) kWh
Janeiro	24804	3092	2907
Fevereiro	33815	4214	3961
Março	50887	6233	5859
Abril	66996	8102	7616
Maio	73713	8817	8288
Junho	80962	9498	8928
Julho	86719	10105	9499
Agosto	79393	9289	8731
Setembro	58533	6955	6538
Outubro	45901	5539	5206
Novembro	30647	3778	3551
Dezembro	23181	2894	2721
Anual	655552	78515	73804

Rendimento global: 11.3%

Produtividade: 453.1 Wh/Wp  
-----  
-----

E(rad): energia solar incidente no painel fotovoltaico

E(pv): energia eléctrica convertida pelo painel fotovoltaico

E(sist): energia eléctrica fornecida pelo sistema

**FACHADA OESTE**  
-----  
-----

SolTerm 5.1  
-----  
-----

Painel  
-----  
-----



Rendimento global: 10.9%  
Produtividade: 436.2 Wh/Wp

-----  
-----

E(rad): energia solar incidente no painel fotovoltaico  
E(pv): energia eléctrica convertida pelo painel fotovoltaico  
E(sist): energia eléctrica fornecida pelo sistema

## Energy Cost Budget / PRM Summary

Project Name:	Date:
City:	Weather Data: SCE_Porto_75m

Note: The percentage displayed for the "Proposed/ Base %" column of the base case is actually the percentage of the total energy consumption.

\* Denotes the base alternative for the ECB study.

		* Alt-1 Tiara Porto		
		Energy 10 <sup>3</sup> kWh/yr	Proposed / Base %	Peak kW
Lighting - Conditioned	Electricity	288.2	11.3	69
Space Heating	Electricity	0.1	0.0	4
	Wood	801.4	31.4	387
Space Cooling	Electricity	105.0	4.1	78
Pumps	Electricity	140.7	5.5	43
Heat Rejection	Electricity	0.1	0.0	1
Fans - Conditioned	Electricity	301.0	11.8	62
Receptacles - Conditioned	Electricity	673.1	26.4	176
	Gas	240.1	9.4	73
Total Building Consumption		2,549.8		

		* Alt-1 Tiara Porto	
		Energy 10 <sup>3</sup> kWh/yr	Cost/yr \$/yr
Electricity		1,508.3	0
Gas		240.1	0
Wood		801.4	0
Total		2,550	0

**Figura 29** - Resultado TRACE700 solução NZEB

## ANEXOS

### *Anexo I – Características dos Chillers água-água*



**Figura 30** - Chiller água-água DAIKIN EWWD430FZXS

**TECHNICAL SPECIFICATIONS (data referred to EN14511)**

MODEL		EWWD 430 FZXS
Capacity - Cooling	kW	349
Capacity control - Type		Stepless
Unit power input - Cooling	kW	60,1
EER		5,72
EEER		8,56
IPLV		9,84
CASING		
Colour *		IW
Material *		GPSS
DIMENSIONS		
Height	mm	1823
Width	mm	1276
Length	mm	3254
WEIGHT		
Unit Weight	kg	2416
Operating Weight	kg	2634
WATER HEAT EXCHANGER (Evaporator)		
Type *		S&T
Fluid		Water
Fouling factor	m <sup>2</sup> °C/W	0,0000176
Water Volume	l	107
Water temperature (in/out)	°C	12,0/7,0
Nominal water flow rate - Cooling	l/s	16,7
Nominal Water pressure drop - Cooling **	kPa	21
Insulation material *		CC
WATER HEAT EXCHANGER (Condenser)		
Type *		S&T
Fluid		Water
Fouling factor	m <sup>2</sup> °C/W	0,0000440
Water Volume	l	111
Water temperature (in/out)	°C	30,0/35,0
Nominal water flow rate - Cooling	l/s	19,7
Nominal Water pressure drop - Cooling **	kPa	16
COMPRESSOR		
Type		Oil Free Centr.
Oil charge	l	0
Quantity	No.	1
SOUND LEVEL		
Sound Power - Cooling	dB(A)	90
Sound Pressure - Cooling	dB(A)	72
REFRIGERANT CIRCUIT		
Refrigerant type		R134a
Refrigerant charge	kg	220
N. of circuits	No.	1
PIPING CONNECTIONS		
Evaporator water inlet/outlet		168.3 mm
Condenser water inlet/outlet		168.3 mm

**Figura 31 - Características do chiller DAIKIN EWWD430FZXS**

*Anexo II – Características dos chillers água-ar*



**Figura 32** - Chiller água ar DAIKIN EWAD345TZPR



**TECHNICAL SPECIFICATIONS (data referred to EN14511)**

MODEL		EWAD345TZ-PR
Capacity - Cooling	kW	348
Capacity control - Type		Stepless
Unit power input - Cooling	kW	92,3
EER		3,77
ESEER		5,46
IPLV		6,87
<b>CASING</b>		
Colour *		IW
Material *		GPSS
<b>DIMENSIONS</b>		
Height	mm	2355
Width	mm	2258
Length	mm	4117
<b>WEIGHT</b>		
Unit Weight	kg	4485
Operating Weight	kg	4655
<b>WATER HEAT EXCHANGER</b>		
Type *		S&T
Fluid		Water
Fouling factor	m <sup>2</sup> °C/W	0,0000176
Water Volume	l	170
Water temperature (in/out)	°C	12,0/7,0
Nominal water flow rate - Cooling	l/s	16,7
Nominal Water pressure drop - Cooling **	kPa	36
Insulation material *		CC
<b>AIR HEAT EXCHANGER</b>		
Type *		HFP
<b>FAN</b>		
Type *		DPT
Drive *		Brushless fans
Diameter	mm	800
Nominal air flow	l/s	25712
Air temperature	°C	30,0
Altitude	m	0
Quantity	No.	8
Speed	rpm	600
Motor input	kW	3,0
<b>COMPRESSOR</b>		
Type		Inverter Driven Single Screw
Oil charge	l	36
Quantity	No.	2
<b>SOUND LEVEL</b>		
Sound Power - Cooling	dB(A)	89
Sound Pressure - Cooling	dB(A)	69
<b>REFRIGERANT CIRCUIT</b>		
Refrigerant type		R134a
Refrigerant charge	kg	58
N. of circuits	No.	2
<b>PIPING CONNECTIONS</b>		
Evaporator water inlet/outlet		139.7 mm

**Figura 33 - Características do chiller DAIKIN EWAD345TZPR**



**Figura 34** - Chiller agua ar DAIKIN EWAD380TZPR

**TECHNICAL SPECIFICATIONS (Heat Recovery OFF) (data referred to EN14511)**

MODEL		EWAD380TZ-PR
Capacity - Cooling	kW	377
Capacity control - Type		Stepless
Unit power input - Cooling	kW	102
EER		3,70
ESEER		5,30
IPLV		6,66
<b>CASING</b>		
Colour *		IW
Material *		GPSS
<b>DIMENSIONS</b>		
Height	mm	2355
Width	mm	2258
Length	mm	5015
<b>WEIGHT</b>		
Unit Weight	kg	4712
Operating Weight	kg	4882
<b>WATER HEAT EXCHANGER</b>		
Type *		S&T
Fluid		Water
Fouling factor	m <sup>2</sup> °C/W	0,0000176
Water Volume	l	170
Water temperature (in/out)	°C	12,0/7,0
Nominal water flow rate - Cooling	l/s	18,0
Nominal Water pressure drop - Cooling **	kPa	42
Insulation material *		CC
<b>AIR HEAT EXCHANGER</b>		
Type *		HFP
<b>FAN</b>		
Type *		DPT
Drive *		Brushless fans
Diameter	mm	BRS
Nominal air flow	l/s	800
Air temperature	°C	33621
Altitude	mslm	30,0
Quantity	No.	0
Speed	rpm	10
Motor input	kW	600
<b>COMPRESSOR</b>		
Type		Inverter Driven Single Screw
Oil charge	l	36
Quantity	No.	2
<b>SOUND LEVEL</b>		
Sound Power - Cooling	dB(A)	89
Sound Pressure - Cooling	dB(A)	69
<b>REFRIGERANT CIRCUIT</b>		
Refrigerant type		R134a
Refrigerant charge	kg	63
N. of circuits	No.	2
<b>PIPING CONNECTIONS</b>		
Evaporator water inlet/outlet		139.7 mm

**Figura 35 - Características chiller DAIKIN EWAD380TZPR**



#### *Anexo IV – Características dos painéis fotovoltaicos*



**Figura 38** - Paineis fotovoltaicos

Comprimento [x]	Largura [y]	Altura da moldura [z]	Peso	Tomada de ligação	Tipo de tomada de ligação	Cabo [l]	Superfície do vidro frontal
1660,0	990,0	50,0	21	Spelsberg	MC3	-800 +1200	Extrudurada
x, y, l em mm, z em mm, x0,3; peso em kg x0,5							

Módulo solar cristalino	
Classes de potência	225 Wp, 230 Wp, 235 Wp, 240 Wp, 245 Wp
Gradação de potência	-0/+4,99 Wp
Extrutura	Laminado de vidro-película ► Moldura de alumínio anodizado ► Tomada de ligação (IP 65) com 3 diodos de derivação ► Película posterior resistente à intempéries (branca)
Células	60 células solares monocristalinas no formato de 156 mm x 156 mm
Carga mecânica admissível	5400 Pa de carga à superfície, 2400 Pa de carga do vento, segundo IEC 61215 (ensaio alargado)

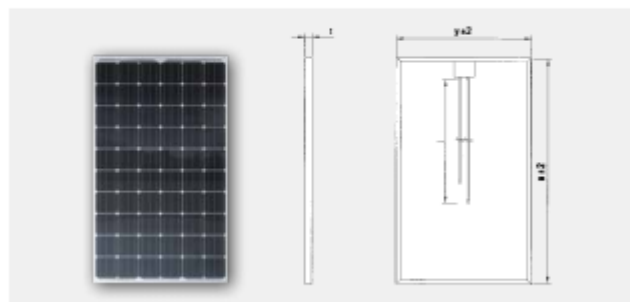
#### Características eléctricas em STC<sup>1</sup>:

Designação	P <sub>mp</sub> [Wp]	V <sub>mp</sub> [V]	I <sub>mp</sub> [A]	V <sub>oc</sub> [V]	I <sub>sc</sub> [A]	Resistência à corrente inversa Ir [A]
M245 300	245	30,10	8,20	37,70	8,70	17
M240 300	240	30,00	8,10	37,40	8,60	17
M235 300	235	29,90	8,00	37,10	8,50	17
M230 300	230	29,70	7,90	37,00	8,40	17
M225 300	225	29,40	7,80	36,90	8,30	17
Redução da eficiência do módulo em caso de diminuição da intensidade de radiação de 1000 W/m <sup>2</sup> para 200 W/m <sup>2</sup> (a 25 °C): -0,33% (absoluta); tolerância de medição P <sub>mp</sub> x3%						

#### Características eléctricas em NOCT<sup>2</sup>:

Designação	P <sub>mp</sub> [W]	V <sub>mp</sub> [V]	V <sub>oc</sub> [V]	I <sub>sc</sub> [A]
M245 300	177	27,07	34,09	6,92
M240 300	173	26,98	34,00	6,84
M235 300	169	26,87	33,89	6,76
M230 300	166	26,76	33,79	6,68
M225 300	162	26,55	33,49	6,60
NOCT: Normal Operation Cell Temperature 48,4 °C; intensidade de radiação 800 W/m <sup>2</sup> , AM 1,5, temperatura 20 °C, velocidade do vento 1 m/s, tensão em circuito aberto				

#### Dimensões<sup>3</sup>:



<sup>1</sup> Os parâmetros eléctricos reflectem valores médios típicos obtidos com base em dados de produção históricos. Não garantimos que estes dados estejam corretos para futuras cargas de produção.

<sup>2</sup> Os desenhos não são apresentados à escala. Para obter medidas e tolerâncias pormenorizadas, ver acima.

#### Nota relativa à montagem:

- Consultar o manual de montagem e operação em: [www.bosch-solarenergy.com.pt/produutos](http://www.bosch-solarenergy.com.pt/produutos)
- Possibilidade de montagem horizontal e vertical
- Tensão máxima do sistema até 1000 V
- Gama de temperaturas operacionais -40 bis 85 °C

#### Comportamento em condições de luminosidade fraca:

Intensidade [W/m <sup>2</sup> ]	V <sub>mp</sub> [%]	I <sub>mp</sub> [%]
800	0,0	-20
600	0,0	-40
400	-0,4	-60
200	-3,2	-80
100	-5,0	-90
Os dados eléctricos são aplicáveis a 25 °C e AM 1,5.		

#### Características térmicas:




Coefficiente de temperatura	TK [°%/K]
P <sub>mp</sub>	-0,46
V <sub>oc</sub>	-0,32
I <sub>sc</sub>	0,032

Robert Bosch Unipessoal Lda  
Av. Infante D. Henrique Lt 2E e 3E  
1801-805 Lisboa  
Portugal  
Phone: +351 (21) 8500-132  
Fax: +351 (21) 8500-173  
[sales.se@pt.bosch.com](mailto:sales.se@pt.bosch.com)  
[www.bosch-solarenergy.com.pt](http://www.bosch-solarenergy.com.pt)

Figura 39 - Características dos painéis fotovoltaicos

## TABELA PREÇOS DE INSTALADOR

### Fotovoltaico - Produtos

Produto	Modelo	Características	P. Líquido (€)
	M245 3BB BOSCH	Painel monocristalino com 245Wp + 5Wp / Eficiência de 14,6% / Dimensões: 1658x994x46 / 10 anos de garantia (defeito de fabrico) / Certificação IEC 61215 com garantia de rendimento de 90% nos primeiros 10 anos e de 80% nos restantes 15 anos.	179,14
	REC 240PE	Painel policristalino com 240Wp + 5Wp/ Eficiência de 15,10% / Dimensões: 1652x1000x50 / 10 anos de garantia (defeito de fabrico) / Certificação IEC 61215 com garantia de rendimento linear a 25 anos	154,84
	Solar One SF 240Wp	Painel policristalino com 240Wp + 5Wp/ Eficiência de 15,10% / Dimensões: 1652x1000x50 / 10 anos de garantia (defeito de fabrico) / Certificação IEC 61215 com garantia de rendimento linear a 25 anos	147,10

**Figura 40 - Custo dos painéis fotovoltaicos**

## Anexo V – Características da Caldeira a Biomassa

# Quioto

caldeiras biomassa

---

### Caldeira Biomassa Industrial

**Potências:**  
65 a 2500 kW

**Utilização:**  
Aquecimento e/ou A.Q.S.

**Combustíveis:**  
Pellets de Madeira;  
Casca de Amêndoa;  
Caroço de Azeitona;  
Bagaço de Azeitona.

NOVIDADE



**Características principais:**

- Caldeira em aço de alta qualidade com 3 passagens de fumos horizontais, limpeza manual do permutador e recolha manual de cinzas;
- Funcionamento simples e com baixo custo de manutenção;
- Caldeira de funcionamento automático com quadro de controlo electrónico;
- Caldeira dividida em 3 partes: base da caldeira com queimador, caldeira e injector com tremonha de combustível;
- Pressão de serviço: 3 bar;
- Queimador de biomassa e injector com sem-fim duplo para evitar retrocesso da chama por falha na alimentação eléctrica;
- Inclui sistema de inundação para uma maior segurança;
- Versão standard com queimador frasetiro;
- Caixa de fumos com saída superior;
- Regulação com controlo de todas as funções da caldeira, inclui programação para/arranca e visualização de todos os parâmetros de funcionamento;
- A regulação permite 2 modos de funcionamento do queimador:
  - Em ciclos ON/OFF por tempo;
  - Constante, regulado por velocidade variável do sem-fim;
- Amplas portas da câmara de combustão e do permutador, facilitam a sua limpeza e manutenção;
- Baixas emissões com o mínimo de impacto ambiental;
- Adaptável a qualquer depósito e sistema de transporte até ao silo instalado no alimentador sem-fim.

REF

Modelo

Potência (kW)

Potência (kcal/h)

Ligações

Preço (Unidade)

0103.0601	Caldeira Industrial Quioto 65	65	55.900	1 1/4"	10.573,25 €
0103.0602	Caldeira Industrial Quioto 100	100	86.000	1 1/4"	14.179,50 €
0103.0603	Caldeira Industrial Quioto 150	150	129.000	1 1/2"	17.568,00 €
0103.0604	Caldeira Industrial Quioto 200	200	172.000	2"	20.778,75 €
0103.0605	Caldeira Industrial Quioto 250	250	215.000	2 1/2"	24.502,50 €
0103.0606	Caldeira Industrial Quioto 325	325	279.500	2 1/2"	31.268,25 €
0103.0607	Caldeira Industrial Quioto 400	400	344.000	2 1/2"	41.575,50 €
0103.0608	Caldeira Industrial Quioto 500	500	430.000	3"	52.942,50 €
0103.0609	Caldeira Industrial Quioto 650	650	559.000	4"	59.229,00 €
0103.0610	Caldeira Industrial Quioto 800	800	688.000	4"	63.377,50 €
0103.0611	Caldeira Industrial Quioto 1000	1000	860.000	4"	75.748,50 €
0103.0612	Caldeira Industrial Quioto 1200	1200	1.032.000	5"	84.159,00 €
0103.0613	Caldeira Industrial Quioto 1600	1600	1.376.000	6"	94.947,75 €
0103.0614	Caldeira Industrial Quioto 2000	2000	1.720.000	6"	110.297,25 €
0103.0615	Caldeira Industrial Quioto 2500	2500	2.100.000	8"	141.428,25 €

A caldeira Quioto é facturada com IVA a 13%  
Sob Encomenda Especial

**Verificação de funcionamento/arranque e activação da garantia incluída:** É preciso efectuar uma marcação prévia com o Serviço de Assistência Técnica (SAT) Zanta, condicionada à disponibilidade do SAT. Para o SAT Zanta efectuar a verificação de funcionamento/arranque e activação da garantia é necessária: ligação de combustível e de evacuação dos gases de exaustão completa e segura antes de qualquer utilização.

Figura 41 - Caldeira a biomassa (catálogo)



## Silos flexíveis para interiores



Bandeja inferior não incluída

Silos flexíveis fabricados em poliéster de alta resistência e durabilidade com cobertura superior filtrante, com boca de enchimento superior e boca de saída central inferior. Tempo aproximado de montagem: 2 horas.

O seu tecido especial evita as condensações inclusive com grandes variações de temperatura. Não precisa de manutenção. Não é necessário proteger dos raios UV.

Caldeiras  
Biomassa

REF	Modelo	Lado x Lado cm	Altura cm	Capacidade Toneladas	Capacidade m³	Preço unidade
2701.0201	Silo Flexível 1300/15 Biomassa	130	200	1,50	1,87	3.089,86 €
2701.0202	Silo Flexível HP 1600/21 Biomassa	160	200	2,10	2,62	3.299,52 €
2701.0203	Silo Flexível 1900/29 Biomassa	190	200	2,90	3,62	3.520,22 €
2701.0204	Silo Flexível 2200/36 Biomassa	220	200	3,60	4,50	3.972,67 €
2701.0205	Silo Flexível 2500/44 Biomassa	250	200	4,40	5,50	4.425,12 €
2701.0206	Silo Flexível 2900/53 Biomassa	290	200	5,30	6,62	5.407,25 €

Tamanhos superiores sob encomenda especial, consulte a nosso departamento técnico

## Transporte de Combustível do Silo para a Caldeira



Os primeiros 6 metros incluem:

- Bandeja
- Motor 1,5 cv trifásico
- 1 tubo recto de 3 m x 125 mm Ø
- 2 curvas de 1,5 m x 125 mm Ø / 45°
- Acessórios de sucção
- Espécul 6 m x 75 mm Ø

REF	Descrição	Preço unidade
2199.1101	Primeiros 6 metros para transporte de biomassa	2.578,40 €
2199.1102	Módulo 3 metros adicional	224,40 €
2199.1108	Módulo curvo adicional 3 metros x 45°	224,40 €

Figura 42 - Outros equipamentos auxiliares da caldeira a biomassa